



65. Osteosíntesis mediante placa vs clavo endomedular en las fracturas de húmero proximal. Una revisión sistemática.

73. Resultados funcionales y radiológicos a largo plazo tras la implantación del balón subacromial en pacientes con rotura masiva del manguito rotador.

79. Computación holográfica: ¿nuevo paradigma en la navegación de la cirugía protésica de hombro?.

84. Rotura del pectoral mayor en deportistas: un reporte de un caso y revisión de la literatura.

Revista Española de Cirugía Osteoarticular

Ficha Técnica

Fundada en 1965, por el Prof. D. F. Gomar Guarner:

Revista Española de Cirugía Osteoarticular

Edición y publicidad:

Las reseñas de esta revista se publican periódicamente en: DIALNET
Indexada en LATINDEX

Remisión de trabajos:

Dr. D. Damián Mifsut Miedes
Departamento de Anatomía Humana y Embriología
Facultad de Medicina. Universitat de València.
Avda. Blasco Ibáñez, 17
46010 Valencia.

e-mail: reco.sotocav@gmail.com

Especialidad:

Traumatología y Cirugía Ortopédica

Periodicidad:

4 números al año

Suscripciones:

reco.sotocav@gmail.com
Suscripción gratuita: Revista **OPEN ACCES**

Depósito Legal: V. 932-1966

ISSN: 0304-5056

ISSN electrónico: 2605-1656

Maquetación: D.M.M.

Junta Directiva SOTOCAV:

Presidente: Dr. Antonio Silvestre Muñoz
Vicepresidente: Dra. Nuria Franco Ferrando
Secretario: Dr. Enrique Gargallo Verge
Vicesecretario: Dr. Pablo Renovell Ferrer
Vocal Tesorer: Dr. Francisco Argüelles Linares
Vocal Alicante: Dr. Belén de Anta Díaz
Vocal Castellón: Dra. Katia Ramón López
Vocal Valencia: Dra. Eva Gil Monzón
Vocal Docencia: Dr. Joan Ferràs Tarragó
Vocal Residentes: José Félix Garrido Ferrer
Vocal Revista RECO: Dr. Damián Mifsut Miedes
Vocal Comunicación: Dr. Enrique Payá Zaforteza
Vocal CONVSP: Dr. Enrique Gastaldí Orquín
Vocal de Redes: Amparo Ortega Yago

Director Editorial:

D. Mifsut Miedes H.U. Francesc de Borja Gandía
Departamento de Anatomía Humana y Embriología
Universitat de València. Av. Blasco Ibáñez 17. 46010
Valencia. España.

Director Científico:

F. Gomar Sancho (Universidad de Valencia)

Comité de redacción SOTOCAV:

J. Baeza Oliete (H. U. y P. La Fe Valencia)
F. Baixauli García (H. U. y P. La Fe Valencia)
E. Baixauli Perelló (H. U. y P. La Fe Valencia)
T. Bas Hermida (H. U. y P. La Fe Valencia)
V. Climent Peris (H. Verge dels Liris d'Alcoi)
J. Doménech Fernández (H. Arnau de Vilanova
Valencia)
I. Escribá Urios (H. U. y P. La Fe Valencia)
A. Lizaur Utrilla (H. General de Elda)
M.F. Mínguez Rey (H. Clínico U. Valencia)

D. Montaner Alonso (H. U. Dr Pesset Valencia)
E. Navarrete Faubel (H. U. y P. La Fe Valencia)

N. Olmedo García (H. General Castellón)
J. Poyatos Campos (H. General Castellón)
J. Ribes Iborra (H. U. La Ribera Alzira)
J.L. Rodrigo Pérez (H. U. Dr Pesset Valencia)
M.Salom Taverner (H. U. y P. La Fe Valencia)
E.Sánchez Alepuz (IMED Valencia)
A. Silvestre Muñoz (H. Clínico U. Valencia)

Consejo Editorial:

M. Cabanela (Clínica Mayo Rochester)
M. Clavel Sainz (H. U. Virgen Arrixaca Murcia)
L. Ferrández Portal (U. Complutense Madrid)
P. Guillem García (Clínica CEMTRO Madrid)
A. López Alonso (U. Alcalá de Henares)
F. López Prats (U. Miguel Hernandez Alicante)
A. Navarro Quilis (U. Autónoma de Barcelona)
M.M. Sánchez Martín (U. de Valladolid)

Nota LORTAD: Usted tiene derecho a acceder a la información que le concierne y rectificarla de ser errónea. A través de nuestra empresa, podrá recibir información comercial de otras empresas del sector. Si usted desea que sus datos no sean utilizados en ningún caso, por favor, indíquelo. Reservados todos los derechos mundiales. No puede reproducirse, almacenarse en un sistema de recuperación o transmitirse en forma alguna por medio de cualquier procedimiento sea éste mecánico, electrónico, de fotocopia, grabación o cualquier otro, sin el previo escrito del editor.

Revista Española de Cirugía Osteoarticular

INSTRUCCIONES PARA LOS AUTORES

Actualización Enero de 2021

Remisión de trabajos

Enviar el manuscrito con una copia a:
Revista Española de Cirugía Osteoarticular.

Dr. D. Mifsut Miedes. Departamento de Cirugía.
Facultad de Medicina. Avda. Blasco Ibáñez, 17.
46010 Valencia, Spain.

SERVICIO DE INFORMACIÓN: a través del
correo: reco.sotocav@gmail.com
Junto al artículo deberá enviar:

- Carta de presentación. En ella el autor explicará en 3-4 líneas cual es la aportación original del trabajo que presenta.
- Listado de comprobaciones formales del trabajo.
- Formulario anexo de declaración de autoría y cesión de derechos.

Envío a través de la web

- Para enviar un artículo debe estar registrado como autor de la Revista Española de Cirugía Osteoarticular "ON-LINE" a través de la página web: <http://www.cirurgia-osteoarticular.org>

Proceso de selección de manuscritos

- El sistema utilizado para la evaluación y selección de manuscritos es la revisión por pares externos. Cada artículo es revisado, al menos, por dos evaluadores. Todos los trabajos serán evaluados mediante el sistema de doble ciego. En el proceso de evaluación se considera, entre otros, la contribución del trabajo a la especialidad de Cirugía Ortopédica y Traumatología, la pertinencia y vigencia de los temas analizados en el artículo, la calidad del trabajo y su aporte a la comunidad científica en general. La decisión final de publicación será del Director Editorial. La Revista Española de Cirugía Osteoarticular mantiene la confidencialidad de autores y evaluadores en el proceso de selección de manuscritos.
- **Detección de plagio:** mediante URKUND, es un sistema de reconocimiento de texto automático diseñado para detectar, evitar y gestionar el plagio.

ORGANIZACIÓN DEL MANUSCRITO.

- Las secciones se ordenan como sigue: página del título, resumen, summary, introducción, métodos, resultados, discusión,

agradecimientos, bibliografía, tablas, figuras y pies de figura.

- Todas las páginas irán numeradas consecutivamente empezando por la del título.
- Abreviaciones: evite el uso de abreviaciones en el título y en el sumario. El nombre completo al que sustituye la abreviación debe preceder al empleo de esta, a menos que sea una unidad de medida estándar. Las unidades de medida se expresarán preferentemente en Unidades del Sistema Internacional (Unidades SI). Las unidades químicas, físicas, biológicas y clínicas deberán ser siempre definidas estrictamente.

Páginas del título

- Figurará el título completo (conciso e informativo), lista de autores, los nombres de los autores (inicial del nombre y apellido completo), el nombre y la localización del departamento o institución donde se realizó el trabajo. En caso de remitir notas clínicas, solo se admitirán un máximo de 5 autores.
- Incluir el nombre completo, la dirección postal completa y correo electrónico de la persona a quien deba enviarse la correspondencia.

Resumen

- No superará las 150 palabras indicando el propósito de estudio o investigación, lo esencial del material, y de los métodos, hallazgos principales y conclusiones de más relieve.

Summary

- Es una traducción correcta del resumen al inglés. Se escribirá en hoja aparte donde también figure el título del trabajo en inglés.

Introducción

- Debe ser breve, enfocará el tema y describirá el objetivo del trabajo.

Material y método

- Se describirán en detalle para que puedan ser evaluados y repetidos por otros investigadores.
- Las normas éticas seguidas por los investigadores tanto en estudios en humanos como en animales se describirán en esta sección.
- Exponer los métodos estadísticos empleados. Los estudios contarán con los correspondientes experimentos o grupos control; en caso contrario se explicarán las medidas utilizadas para evitar los sesgos y se

comentará su posible efecto sobre las conclusiones del estudio.

Resultados

- Los resultados deben ser concisos y claros, e incluirán el mínimo necesario de tablas y figuras. Se presentarán de modo que no exista duplicación y repetición de datos en el texto y en las figuras y tablas.

Discusión

- Comentaré los hallazgos propios en relación con los de otros trabajos previos, así como las diferencias entre los resultados propios y los de otros autores. Las hipótesis y las frases especulativas quedarán claramente identificadas. La discusión no contendrá resultados nuevos y tampoco será mera repetición de los resultados.

Bibliografía

- Para las referencias bibliográficas y las citas se utilizará el formato "Uniform Requirements for Manuscripts Submitted to Biomedical Journals"
- Se identificarán en el texto mediante números arábigos entre paréntesis.
- Se escribirán a doble espacio y se numerarán consecutivamente en el orden de aparición en el texto.
- Las abreviaturas de las revistas se ajustarán a las que utiliza el Index Medicus de la National Library of Medicine.
- *En las notas o casos clínicos se admitirán hasta un máximo de 10 referencias bibliográficas.*

ARTÍCULOS CIENTÍFICOS

1. Artículo en revista estándar:

Apellido e inicial de cada autor (si son más de seis, relacionar los seis primeros, seguido de "y cols."); título original del artículo; abreviatura del nombre de la revista; año de publicación; volumen; primera y última página del trabajo.

You CH, Lee KY, Menguy R. Electrocardiographic study of patients with unexplained nausea, bloating and vomiting. *Gastroenterology* 1980; 79:311-4.

2. Una organización como autor:

The Royal Marsden Hospital Bone-Marrow Transplantation Team. Failure of syngeneic bone-marrow graft without preconditioning in posthepatitis marrow aplasia. *Lancet* 1977; 2:272-4.

3. No aparece autor:

Coffe drinking and cancer of the pancreas (editorial). *BMJ* 1981; 283:628.

4. Volumen con suplemento:

Magni F, Rossoni G, Berti F. BN-52021 protects guineapigs from heart anaphylaxis. *Pharmacol Res Commun* 1988;20 supl 5:75-8.

5. Identificación del tipo de artículo:

Spargo PM, Mannes JM. DDAVP and open heart surgery (letter). *Anaesthesia* 1989; 44:363-4. Furhman SA, Joiner KA. Binding of the third component of complement C3 by toxoplasma gondii (abstract). *Clin Res* 1987; 35:475A.

LIBROS Y OTRAS MONOGRAFÍAS

6. Autor/es Personal/es:

Consol JH, Armour WJ. Sport injuries and their treatment. 2º ed. rev. London: S. Paul; 1986.

7. Editores, citados como autores:

Diener HC, Wilkinson M, editores. Drug-induced headache. New York: Springer-Verlag;1988.

8. Capítulo de un libro:

Weinsten L, Swartz MN. Pathologic properties of invading microorganisms. En: Sodeman WA Jr. Sodeman WA, editores. Pathologic physiology: mechanisms of disease. Philadelphia: Saunders; 1974. p. 457-72.

9. Actas de un congreso:

Vivian VL, editor. Child abuse and neglect: a medical community response. Proceedings of the First AMA National Conference on Child Abuse and Neglect: 1984 Mar 30-31: Chicago: American Medical Association; 1985.

10. Comunicación o ponencia de un congreso:

Harley NH. Comparing radon daughter dosimetric and risk model. En: Gammage RB, Kaye SV, editores. Indoor and human health. Proceedings of the seventh Life Sciences Symposium: 1984 Oct 29-31; Knoxville (TN). Chelsea (MI). Lewis 1985;69-78.

11. Informe científico y técnico:

Akutsu T. Total heart replacement device. Bethesda (MD); National Institutes of Health. National heart and Lung institute; 1974 Apr. Report No.; NIH-NHLI 69-2185-4.

OTROS MATERIALES PUBLICADOS

12. Artículo de periódico:

Rensberger B, Specter B. CFCs may be destroyed by natural process. *The Washington Post* 1989; Sect A:2 (col 5).

13. Citas extraídas de internet:

Cross P, Towe K. A guide to citing Internet sources (online). Disponible en: http://www.bournemouth.ac.uk/service-depts/lis/LIS_Pub/harvards.

MATERIAL NO PUBLICADO

14. En prensa:

Lillywhite HB, Donald JA. Pulmonary blood flow regulation in an aquatic snake. Science. En prensa.

Tablas

- Escritas a doble espacio en hojas separadas, se identifican de forma consecutiva con un número romano y un título en la parte superior y deben contener notas explicativas al pie.

Figuras

- Deben remitirse en formato de imagen JPG o TIF de suficiente calidad para su reproducción
- Las figuras no repetirán datos ya escritos en el texto.
- Las microfotografías deben indicar la escala de ampliación.
- El nombre y los datos que identifiquen al paciente no constarán en las figuras.
- Las ilustraciones en color sólo se enviarán si contribuyen de forma excepcional a la comprensión del artículo.

Pies de figura

- Los pies de figura se escribirán a doble espacio y las figuras se identificarán con números arábigos que coincidan con su orden de aparición en el texto.
- El pie contendrá la información necesaria para interpretar correctamente la figura sin recurrir al texto.

Responsabilidades éticas

- Los trabajos que se envían a la Revista Española de Cirugía Osteoarticular para su evaluación deben cumplir los criterios éticos para la investigación médica y biomédica establecidos en la Declaración de Helsinki (junio 1964, Helsinki, Finlandia) de la Asociación Médica Mundial, y sus posteriores revisiones, disponible en: <http://www.wma.net/es/20activities/10ethics/10helsinki/index.html>. Los estudios aleatorizados deberán seguir las normas CONSORT (Consolidated Standards Of Reporting Trials), disponible en: <http://www.consort-statement.org/>. Cuando los trabajos sean el resultado de experimentación con animales, los autores deberán indicar si han seguido las directrices marcadas por la Comunidad Europea: Directiva 86/609/CEE relativa a Protección de los Animales utilizados en Experimentación y otros fines científicos; Directiva 88/320/CEE, del 7 de junio de 1988. Directiva 2004/9-10/CE relativa a la inspección y verificación de las buenas prácticas de

laboratorio, y posteriores. Para confirmar que dichas criterios éticos se han cumplido, el Editor Científico de la revista podrá solicitar a los autores el envío de la autorización del Comité Ético de Investigación Clínica (CEIC) o Comité Ético de Experimentación Animal (CEEA), en su caso.

- La revista recomienda a los autores que especifiquen el seguimiento de dichas normas en el apartado Material y método del manuscrito, así como el envío previo de la autorización del CEIC o CEEA correspondiente.
- Conflicto de intereses: el manuscrito deberá incluir información sobre la fuente de financiación, en su caso, afiliaciones institucionales y conflicto de intereses, en conexión con el artículo remitido.
- Permiso de publicación por parte de la institución que ha financiado la investigación.
- Autoría. En la lista de autores deben figurar únicamente aquellas personas que han contribuido intelectualmente al desarrollo del trabajo. Haber ayudado en la colección de datos o haber participado en alguna técnica no son por sí mismos criterios suficientes para figurar como autor.
- La revista no acepta material previamente publicado. Los autores son responsables de obtener los oportunos permisos para reproducir parcialmente material (texto, tablas o figuras) de otras publicaciones. Estos permisos deben solicitarse tanto al autor como a la editorial que ha publicado dicho material.
- Revista Española de Cirugía Osteoarticular declina cualquier responsabilidad sobre posibles conflictos derivados de la autoría de los trabajos que se publican en la Revista.

Consentimiento informado

- Los autores deben mencionar en la sección de material y método que los procedimientos utilizados en los pacientes y controles han sido realizados tras la obtención de un consentimiento informado.

Información adicional

- Los juicios y opiniones expresados en los artículos y comunicaciones publicados en la revista son del autor/es, y no necesariamente aquéllos del Comité Editorial. Tanto el Comité Editorial como la empresa editora declinan cualquier responsabilidad sobre dicho material. Ni el Comité Editorial ni la empresa editora garantizan o apoyan ningún producto que se anuncie en la revista, ni garantizan las afirmaciones realizadas por el fabricante sobre dicho producto o servicio.

Sumario

65. Osteosíntesis mediante placa vs clavo endomedular en las fracturas de húmero proximal. Una revisión sistemática.

DÁVILA-ALVAREZA M, MIRANDA I, MIRANDA FJ.

73. Resultados funcionales y radiológicos a largo plazo tras la implantación del balón subacromial en pacientes con rotura masiva del manguito rotador.

GREGORI-ROIG A, HURTADO-OLIVER V, FURIÓ-SANCHIS L, ESCRIVÀ-LLORET A, ARABÍ-SOLIVERES A, MIFSUT D.

79. Computación holográfica: ¿nuevo paradigma en la navegación de la cirugía protésica de hombro?.

MAYORGA-NARANJO D, AROCA-NAVARRO JE, BAIXAULI-GARCÍA F, FERRÀS-TARRAGÓ J.

84. Rotura del pectoral mayor en deportistas: un reporte de un caso y revisión de la literatura.

VALVERDE-VÁZQUEZ MR, PARRA-CALABUIG L, RIBERA-MARTÍNEZ N, MARTÍNEZ-COSTA JM, HERRERO-MEDIAVILLA D.

Summary

65. Plate vs endomedullary nailing in proximal humerus fractures osteosynthesis. A systematic review.

DÁVILA-ALVAREZA M, MIRANDA I, MIRANDA FJ.

73. Long-term functional and radiological results after subacromial balloon implantation in patients with massive rotator cuff tear.

GREGORI-ROIG A, HURTADO-OLIVER V, FURIÓ-SANCHIS L, ESCRIVÀ-LLORET A, ARABÍ-SOLIVERES A, MIFSUT D.

79. Holographic computing: a new paradigm in shoulder prosthetic surgery navigation?

MAYORGA-NARANJO D, AROCA-NAVARRO JE, BAIXAULI-GARCÍA F, FERRÀS-TARRAGÓ J.

84. Pectoralis major tear in athletes: a case report and review of the literature

VALVERDE-VÁZQUEZ MR, PARRA-CALABUIG L, RIBERA-MARTÍNEZ N, MARTÍNEZ-COSTA JM, HERRERO-MEDIAVILLA

Osteosíntesis mediante placa vs clavo endomedular en las fracturas de húmero proximal. Una revisión sistemática.

DOI: <http://dx.doi.ORG/10.37315/SOTOCV20242995965>

DÁVILA-ÁLVAREZ M^A, MIRANDA I^{A,B}, MIRANDA FJ^C.

A) FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD, UNIVERSIDAD CATÓLICA DE VALENCIA, VALENCIA, ESPAÑA.

B) SERVICIO DE CIRUGÍA ORTOPÉDICA Y TRAUMATOLOGÍA. HOSPITAL ARNAU DE VILANOVA, VALENCIA, ESPAÑA.

C) DEPARTAMENTO DE FISIOLÓGÍA, UNIVERSIDAD DE VALENCIA, VALENCIA, ESPAÑA.

Resumen

Objetivo e hipótesis: analizar la evidencia actual existente sobre el tratamiento quirúrgico de las fracturas proximales de húmero, comparando los resultados funcionales y complicaciones asociadas de la osteosíntesis con placa y la osteosíntesis con clavo endomedular. La hipótesis de partida fue que la osteosíntesis con clavo endomedular presenta resultados igual de satisfactorios que la fijación con placa, pero con una tasa de complicaciones menor. **Materiales y métodos:** se realizó una revisión sistemática de la literatura siguiendo las normas de la guía PRISMA, en las bases de datos PubMed y Cochrane Central. La búsqueda se realizó el 26 de febrero de 2024, con los siguientes términos en inglés: (Proximal humeral fracture) AND (nail) AND (plate) NOT (shaft). Se utilizó la herramienta de evaluación de calidad del Instituto Joanna Briggs para evaluar los ensayos seleccionados. **Resultados:** se han incluido 5 ensayos clínicos (nivel de evidencia I) que comparan la osteosíntesis con placa y la osteosíntesis con clavo endomedular en el tratamiento de las fracturas de húmero proximal. Todos los ensayos concluyen que ambas fijaciones presentaron resultados funcionales similares, y 4 de los 5 ensayos encontraron un mayor número de complicaciones en el grupo tratado con placas de bloqueo. **Conclusiones:** La osteosíntesis con placas y la osteosíntesis con clavo son opciones quirúrgicas válidas para el tratamiento de las FHP. Los resultados funcionales postoperatorios son similares en ambos grupos, pero se ha descrito menor número de complicaciones asociado al tratamiento con clavos endomedulares, lo que confirma la hipótesis inicial de este trabajo

Palabras clave: fractura de húmero proximal; osteosíntesis; placa; clavo endomedular.

Summary

Aim: to analyze the current evidence on the surgical treatment of proximal humeral fractures, comparing the functional results and associated complications of plate osteosynthesis and nail osteosynthesis. The initial hypothesis was that osteosynthesis with intramedullary nail presents results as satisfactory as fixation with plate but with a lower complication rate. **Methods:** a systematic review of the literature was carried out following the PRISMA guidelines, using the PubMed and Cochrane Central databases. The search was performed on February 26, 2024, with the following terms: (Proximal humeral fracture) AND (nail) AND (plate) NOT (shaft). The Joanna Briggs Institute's quality assessment tool was used to evaluate the selected trials. **Results:** five clinical trials (level of evidence I) comparing plate osteosynthesis and intramedullary nail in the treatment of proximal humeral fractures were included. All trials conclude that both fixations had similar functional results, and 4 of the 5 trials found a higher number of complications in the group treated with locking plates. **Conclusions:** Osteosynthesis with plates and osteosynthesis with nails are valid surgical options for the treatment of proximal humeral fractures. Postoperative functional results are similar in both groups, but fewer complications associated with treatment with intramedullary nails have been described, confirming the initial hypothesis of this work.

Keywords: proximal humeral fracture; osteosynthesis; plate; intramedullary nail.

Correspondencia:

Ignacio Miranda Gómez

nachomigo@hotmail.com

Fecha de recepción: 26 de octubre de 2024

Fecha de aceptación: 3 de noviembre de 2024

INTRODUCCIÓN

La elección de cómo abordar el tratamiento de las fracturas de húmero proximal (FHP) se fundamenta en las particularidades de la fractura (patrón, grado de desplazamiento, complicaciones asociadas, estabilidad) así como en los aspectos vinculados al paciente (edad, expectativa funcional, comorbilidades, etc.)¹. En el caso de elegir el tratamiento quirúrgico, hay que elegir el implante más adecuado para cada caso.

La osteosíntesis con placa necesita un abordaje más amplio, por lo que se ha de tener mucho cuidado con el manguito de los rotadores y el suministro de sangre de la cabeza humeral. El tratamiento mediante placas garantiza una alta estabilidad en la reducción de fracturas, puede ser apoyada y fijada desde múltiples ángulos, y además prevenir la pérdida ósea en pacientes con osteoporosis².

En comparación con las placas, los clavos intramedulares tienen una mayor resistencia mecánica, distribuyendo la carga de manera centralizada y específica³. Además, este dispositivo precisa de una implantación mínimamente invasiva, la cual puede reducir la disección del tejido blando y así preservar el suministro de sangre a la fractura y facilitar la cicatrización^{4,5}. Estos implantes pueden ser especialmente útiles en las fracturas de húmero proximal en combinación con lesiones de la diáfisis humeral⁶.

En la actualidad existe controversia sobre cuál es el mejor implante para las FHP o sobre el implante que es mejor en cada caso individualizado.

El objetivo principal de este trabajo fue comparar el tratamiento quirúrgico de las FHP mediante osteosíntesis con placa de bloqueo con el tratamiento mediante osteosíntesis con clavo endomedular. Los objetivos secundarios fueron analizar los resultados funcionales y radiográficos de las 2 técnicas quirúrgicas y comparar el número de complicaciones del tratamiento con los 2 sistemas de osteosíntesis.

La hipótesis de partida fue que la osteosíntesis con clavo endomedular presenta resultados igual de satisfactorios que la fijación con placa, pero con una tasa de complicaciones menor.

MATERIAL Y MÉTODO

Se ha realizado una revisión sistemática siguiendo las normas de la guía PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic reviews and Meta-Analyses)⁷. La búsqueda se realizó el 26 de febrero de 2024 en las bases de datos PubMed y Cochrane Library con los términos en inglés: "proximal humeral fracture" (fractura de húmero proximal), "nail" (clavo), "plate" (placa), "shaft" (diáfisis). Estos términos fueron combinados mediante los operadores

booleanos (AND) y (NOT): "((proximal humeral fracture)AND(nail)AND(plate)NOT(shaft))".

De esta búsqueda realizada en las dos fuentes se obtuvieron un total de 294 artículos, se eliminaron 17 artículos duplicados y fueron revisados 277 trabajos. Se realizó una revisión cruzada de las citas bibliográficas de los trabajos analizados. Todos los abstracts y textos completos han sido revisados por 2 investigadores; en caso de discordancia en la selección de los trabajos se ha discutido y valorado y por último ha sido valorado por un tercer investigador (Fig. 1).

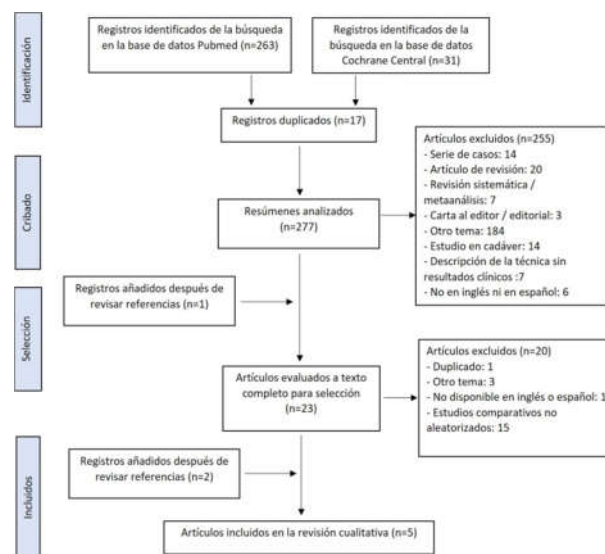


Figura 1: Diagrama de flujo.

Criterios de inclusión: 1- estudios que comparen el tratamiento con placa y el tratamiento con clavo intramedular de las FHP; 2- ensayos clínicos aleatorizados; 3- pacientes mayores de 18 años; 4- artículos en los que el texto completo estuviera disponible en español o en inglés.

Criterios de exclusión: 1- estudios en cadáveres o pieza anatómica; 2- estudios en animales; 3- artículos de revisión; 4- revisión sistemática o meta análisis; 5- casos clínicos; 6- cartas al editor o editoriales; 7- descripción de la técnica sin resultados clínicos; 8- estudios comparativos prospectivos o retrospectivos no aleatorizados y no registrados como ensayo clínico.

Para la evaluación de la calidad metodológica de los artículos seleccionados se ha utilizado la lista de verificación del Joanna Briggs Institute (JBI checklist) para ensayos clínicos aleatorizados (Tabla I)⁸.

Tabla I. Lista de verificación del JBI para ensayos clínicos aleatorizados

	BOYER et al. ⁹	HELLEN et al. ¹⁰	PLATH et al. ¹¹	GRACITELLI et al. ¹²	ZHU et al. ¹³
¿Se utilizó una aleatorización verdadera para la asignación de los participantes a los grupos de tratamiento?	SI	SI	SI	SI	SI
¿Se ocultó la asignación a los grupos de tratamiento?	SI	SI	SI	SI	SI
¿Los grupos de tratamiento fueron similares al inicio?	SI	SI	SI	SI	SI
¿Estaban los participantes cegados a la asignación del tratamiento?	D	D	D	D	D
¿Aquellos que administraron el tratamiento estaban cegados a la asignación del tratamiento?	NA	NA	NA	NA	NA
¿Los evaluadores de resultados estaban cegados a la asignación del tratamiento?	D	D	D	SI	D
¿Se trató a los grupos de tratamiento de manera idéntica aparte de la intervención de interés?	SI	SI	SI	SI	SI
¿Se completó el seguimiento y, de no ser así, se describieron y analizaron adecuadamente las diferencias entre los grupos en cuanto a su seguimiento?	SI	SI	SI	SI	SI
¿Se analizaron los participantes en los grupos a los que fueron asignados al azar?	SI	SI	NO	SI	SI
¿Se midieron los resultados de la misma manera para los grupos de tratamiento?	SI	SI	SI	SI	SI
¿Se midieron los resultados de manera fiable?	SI	SI	SI	SI	SI
¿Se utilizó un análisis estadístico adecuado?	SI	SI	SI	SI	SI
¿Fue apropiado el diseño del ensayo y se tuvo en cuenta cualquier desviación del diseño estándar del ECA (aleatorización individual, grupos paralelos) en la realización y el análisis de ensayo?	SI	SI	SI	SI	SI
Puntuación global (%)	10 (83)	10 (83)	9 (75)	11 (92)	10 (83)

D, DUDOSO; NA, no aplicable

RESULTADOS

En esta revisión sistemática se han incluido 5 artículos (Fig. 1). Los 5 trabajos seleccionados son ensayos clínicos aleatorizados que comparan el empleo de clavos y placas en el abordaje quirúrgico de las FHP, y todos tienen un nivel de evidencia I (Tabla II).

Se han comparado los resultados obtenidos al final del seguimiento mediante distintas escalas funcionales (American Shoulder and Elbow Score –ASES-¹⁴; Constant Murley Score¹⁵; Disabilities of the Shoulder, Arm and Hand Score –DASH-¹⁶, rango de movilidad, y el dolor medido con la escala visual analógica (EVA) (Tabla III, Tabla IV)

En el trabajo de Zhu et al.¹³ se reporta una mayor duración de la intervención (109.3±36 vs 84.4±36.9 min) (p=0.013) en el grupo tratado con clavo endomedular, pero una mayor pérdida de sangre (382.1±200.6 vs 214.1±140.2 ml) en el grupo tratado con placa. Solo otro trabajo¹¹ recoge el tiempo quirúrgico, sin encontrar diferencias entre los 2 grupos, aunque con un tiempo quirúrgico mucho más reducido (51.9±10.3 min en el grupo de clavo y 57.8±18.2 min en el grupo de placa).

Se muestra un resumen de las complicaciones en la Tabla V. Las principales complicaciones recogidas en los distintos trabajos han sido: desplazamiento secundario de la

fractura, defectos de reducción, fallos del implante (movilización, protrusión o roce de los implantes), infección, defectos de fusión, necrosis de la cabeza humeral, reabsorción de las tuberosidades, capsulitis adhesiva, lesiones del nervio axilar.

Las principales conclusiones de los 5 ensayos clínicos se recogen en la Tabla VI. Los autores no han encontrado grandes diferencias significativas en los resultados funcionales de los 2 métodos de osteosíntesis, aunque algunos autores sí han observado una tasa de complicaciones y de reintervención superior en los pacientes intervenidos con placa^{9,13}, excepto en el ensayo de Gracitelli et al.¹² que observa una tasa superior en los pacientes en los que se utilizó el enclavado endomedular.

Tabla II. Estudios incluidos en la revisión sistemática

AUTORES	N	AÑO	IMPLANTE	N	EDAD	SEXO (ratio H/M)	TIPO DE FRACTURA
Boyer et al. (9)	99	2021	Clavo MultiLoc	43	74	0.43	FHP 3 o 4 fragmentos
			Placa Surfix	42	77	0.47	
Hellen et al. (10)	60	2020	Clavo MultiLoc	30	73.7±10.4	0.43	FHP desplazada 2 fragmentos
			Placa Philos #	30	76.3±8.9	0.58	
Plath et al. (11)	68	2019	Clavo LBN	36	71.1	0.38	FHP 2, 3 o 4 fragmentos
			Placa Philos	32	77.1	0.28	
Gracitelli et al. (12)	72	2016	Clavo Centronail	36	64.5±9.3	2.14	FHP desplazada más de 1 cm o con una angulación de más de 45°
			Placa Philos	36	66.4± 8.1	2.04	
Zhu et al. (13)	57	2011	Clavo PHN	28	54.8±17.1	0.56	FHP con 2 fragmentos
			Placa LPHP	29	50.5±19.9	0.44	

Clavo Centronail, Clavo endomedular centronail (Orthofix, Verona, Italia); Clavo LBN, Locking Blade Nail, LBN (Marquard Medizintechnik Europe); Clavo MultiLoc, Clavo recto endomedular MultiLoc (DePuy-Synthes, Warsaw, USA); Clavo PHN, clavo bloqueado Proximal Humeral Nail –PHN- (Synthes, Oberdorf, Suiza); FHP: fractura de húmero proximal; H: hombre; M: mujer; Placa LPHP, placa de bloqueo proximal de húmero LPHP (Synthes, Oberdorf, Suiza); Placa Philos, placa de bloqueo Philos (DePuy-Synthes, Solothurn, Suiza); Placa Surfix, placa de bloqueo Surfix (Integra Lifesciences, New Jersey, USA); #, utilizan aumento de cemento en la punta del tornillo.

Tabla III. Escalas funcionales al final del seguimiento.¹⁴⁻¹⁶

AUTORES	SEGUIMIENTO (meses)	IMPLANTE	CONSTANT	ASES	DASH
Boyer et al. ⁹	66 ±13.5	Clavo MultiLoc	81.6±10.9 *	86.3±9.5***	
		Placa Surfix	75.6±19.5	75.2±19.6	
Helfen et al. ¹⁰	24	Clavo MultiLoc	72±9.1	73.5±8.9	37.8 ± 8.3*
		Placa Philos#	76.2±7.7	75.1±9	32.6 ±9.7
Plath et al. ¹¹	12	Clavo LBN	67±20.2		34±17.8
		Placa Philos	64±20.2		42±19.1*
Gracitelli et al. ¹²	12	Clavo Centronail	70.3±15.8		18.1±18.8
		Placa Philos	71.5±12.8		14.3 ±13
Zhu et al. ¹³	36	Clavo PHN	93.3±6.7	90±8.1	
		Placa LPHP	94.5 ±5.8	94±6.3	

Ases, American Shoulder and Elbow Score; Constant, Constant Murley Score; DASH, Disabilities of the Shoulder, Arm and Hand Score; *, p<0.05; ***p<0.001; #, utilizan aumento de cemento en la punta del tornillo.

Tabla IV. Rango de movilidad, dolor y otros resultados.

AUTORES	SEGUIMIENTO (meses)	IMPLANTE	RAM	EVA	OTROS RESULTADOS
Boyer et al. ⁹	66 ±14	Clavo MultiLoc	ABD, 102±17; AP, 102±18; RE, 36±8	0.9 ±1.1***	Sin diferencias en la escala SST
		Placa Surfix	ABD, 100±27; AP, 102±23; RE, 32±14	1.9±1.7	
Helfen et al. ¹⁰	24	Clavo MultiLoc			OSS (24 meses) placa 43.7±8.1 vs clavo 38.2±10 (p=0.03). SF 36 sin diferencias
		Placa Philos #			
Plath et al. ¹¹	12	Clavo LBN	ABD, 120.9±46.9; AP, 124.1±45.4	0±1.8	Sin diferencias en la escala de condición media subjetiva del hombro.
		Placa Philos	ABD, 123.3±52; AP, 130±43.5	1±1.6	
Gracitelli et al. ¹²	12	Clavo Centronail	A los 6 meses, RI superior en el grupo de	1.7±2	Sin diferencias en los estudios radiográficos
		Placa		1.3±2.1	

		Philos	clavo		
Zhu et al. ¹³	36	Clavo PHN	AP, 160.8±11.9; RE, 47.8±17.3	0±1	A los 12 meses: fuerza supraespinoso mayor en grupo placa (77.4% vs 64.3%, p=0.032); menor EVA (0.5 vs 1, p=0.042) y mayor ASES (90.8 vs 83.6). No hay diferencias al final de seguimiento en estos parámetros.
		Placa LPHP Placa Philos	AP, 157.3±15.1; RE, 40.4±17.4	0±0.8	

ABD, abducción; AP, antepulsión; EVA, escala visual analógica del dolor; RAM, rango articular de movilidad; RE, rotación externa; RI, rotación interna; ***p<0.001; #, utilizan aumento de cemento en la punta del tornillo.

Tabla V. Complicaciones

AUTORES	COMPLICACIONES		PACIENTES CON COMPLICACIÓN (%)		REVISIÓN QUIRÚRGICA (%)		COMPLICACIONES CON DIFERENCIA SIGNIFICATIVA
	C	P	C	P	C	P	
Boyer et al. ⁹	9	22	9 (21)	22 (52)**	9 (21)	21 (50)	
Helfen et al. ¹⁰	2	R2	7 (23)	6 (20)	1 (3)	1 (3)	Desplazamiento secundario en el periodo de seguimiento fue superior en el grupo del clavo (8° vs 2.1°) (p=0.06)
Plath et al. ¹¹	13	16	12 (33)	11 (34)	5 (14)	9 (28)	La complicación más frecuente fue un desplazamiento en varo con cut-out del tornillo Placa 10; clavo 2 (p=0.039)
Gracitelli et al. ¹²	28***	10	11 (34)	7 (21)	6 (19)*	1 (3)	Problemas o fallo del implante: clavo 6, placa 1 (p=0.041)
Zhu et al. ¹³	1	8	1 (4)*	8 (31)	0	5 (18)	5 casos de protrusión de los tornillos en la articulación en el grupo de placa por ninguno en el de clavo.

C, grupo tratado con clavo; P, grupo tratado con placa; *, p<0.05; **, p <0,01; ***, p<0.001.

Tabla VI. Conclusiones de cada ensayo clínico.

AUTORES	CONCLUSIONES
BOYER et al. ⁹	- Con ambos implantes se logran buenos resultados en fracturas de 3 y 4 fragmentos. Aunque se logra una mejor fijación, las tasas de complicaciones y de revisión fueron más altas en el grupo de placas. - Es crucial considerar dos factores principales independientemente de la técnica utilizada: la edad del paciente y la adecuada síntesis de las tuberosidades.
HELLEN et al. ¹⁰	La utilización de placas, así como la colocación de clavos intramedulares, logran resultados funcionales satisfactorios en fracturas de húmero proximal de dos fragmentos en una población de edad avanzada con tasas de complicaciones similares.
PLATH et al. ¹¹	En el seguimiento a corto plazo, la osteosíntesis con clavo obtuvo resultados y tasa de complicación similares a la osteosíntesis con placa, aunque con una tasa significativamente menor de pérdida secundaria de reducción y de protrusión del tornillo en la articulación.
GRACIETTI et al. ¹²	La fijación con placas o clavos muestran similares resultados clínicos y radiográficos con los 2 implantes. Las tasas de complicación y re-intervención fueron significativamente mayores en el grupo del clavo.
ZHU et al. ¹⁴	- Se obtienen resultados satisfactorios en las fracturas en 2 partes con ambos implantes. - Al año, las puntuaciones de dolor y los resultados funcionales son mejores en los pacientes tratados con una placa de bloqueo, lo que implica una recuperación funcional más rápida en comparación con el grupo de clavo. A los 3 años, no hay diferencias. - La tasa de complicaciones asociadas con los clavos intramedulares es significativamente menor que las asociadas al uso de placas.

DISCUSIÓN

Para decidir el tratamiento de una FHP resulta imprescindible tener en cuenta diversos condicionantes relacionados con la edad, enfermedades previas y el estado funcional del paciente: osteoporosis, diabetes, estado inmunocomprometido, uso crónico de esteroides, consumo de tabaco y alcohol, obesidad o la condición cardiovascular^{17,18}.

En el estudio de Boyer et al.⁹ no está claro si se han tenido en cuenta estos factores, lo que podría condicionar los resultados del estudio, ya que estas comorbilidades se asocian a un mayor riesgo de complicaciones¹⁹. Plath et al.¹¹ afirman que la densidad ósea no se ha tenido en cuenta a la hora de evaluar a los pacientes seleccionados, lo que podría sesgar los resultados. Y Helfen et al.¹⁰ destacan que los dos casos de incorrecto abordaje fueron relacionados con la obesidad que padecía el paciente, lo cual se debe tener en cuenta con anterioridad a la hora de diseñar el estudio.

La distribución de los sexos fue similar. Los 5 estudios analizados han incluido a pacientes de edad avanzada con una media de edad de 69 años. Aunque se debe destacar que en uno de los estudios se han incluido pacientes más de 15 años más jóvenes (55 en el grupo tratado con clavo y 51 en el grupo tratado con placa), lo que puede limitar este estudio, o al menos debe ser tenido en cuenta a la hora de interpretar o extrapolar los resultados¹³.

La gravedad de la fractura (número de fragmentos y desplazamiento) continúa aumentando, y pese a que el número de fracturas desplazadas ronda el 50%, el número de fracturas tratadas quirúrgicamente no pasa del 20%; esto se debe a las dificultades técnicas asociadas al material de fijación, en relación con la mala calidad ósea y las múltiples comorbilidades asociadas que suelen presentar los pacientes²⁰. La literatura indica que posiblemente no exista una disparidad notable en el resultado funcional entre las FHP tratadas quirúrgicamente y aquellas que reciben un enfoque no quirúrgico, especialmente en el caso de pacientes de edad avanzada²¹.

Los ensayos analizados no han incluido los mismos tipos de fracturas, mientras que algunos trabajos optaron por incluir en exclusiva fracturas de dos fragmentos^{10,13}, otros incluían también en su estudio fracturas de 3 y 4 fragmentos^{9,11}, lo que debe ser tenido en cuenta a la hora de evaluar y comparar los resultados entre los estudios, al igual que los diferentes abordajes quirúrgicos que se han empleado en ellos.

En los resultados funcionales, Boyer et al.⁹ describen resultados superiores en el grupo de clavo endomedular (diferencias significativas en CONSTANT, ASES y EVA), Plath et al.¹¹ encuentran diferencias significativas también a favor del grupo del clavo (en la escala DASH¹⁶); otros estudios comparativos también encuentran resultados en esta línea²². En los trabajos analizados, solo se encuentran diferencias funcionales a favor del grupo de placa en el trabajo de Helfen et al. (solo en la escala DASH, sin encontrar diferencias funcionales en el resto de escalas analizadas)¹⁰. En la mayoría de trabajos no se encuentran diferencias significativas en la funcionalidad entre los 2 tipos de implantes^{12,13,23}, aunque se nota una cierta tendencia hacia una mejor función del hombro y menor dolor poco después de la cirugía en los pacientes intervenidos con placa, probablemente relacionado con una recuperación más rápida debida a una mejor reducción anatómica^{9,10,13}. Pese a esto, tras unos meses los resultados funcionales se igualan en ambos grupos²⁴.

En una cohorte donde se estudiaron 35 pacientes tratados con placa y 33 pacientes sometidos a clavo intramedular, el análisis demostró que el volumen de sangrado postoperatorio fue significativamente mayor en el grupo de la placa⁴, lo que puede estar relacionado con el abordaje mínimamente invasivo que necesita la fijación con clavo²². Al ser rectos y con un diámetro reducido, seleccionando bien el punto de entrada, se puede conseguir una buena unión con menos complicaciones, disminuyendo la probabilidad de afectación del manguito de los rotadores, problema relacionado con esta técnica⁹.

En cambio, para realizar una fijación con placa, es necesario realizar una incisión más grande, lo que potencialmente puede provocar más complicaciones de la herida o por daño de partes blandas. Su complicación más frecuente es la penetración de los tornillos en la articulación, que, aunque no suele asociar cambios degenerativos posteriores en la articulación del hombro, es algo que se debe vigilar. Zhu et al.¹³ proponen posicionar los tornillos lejos de la superficie articular y dejar 2-3 mm de distancia entre el borde articular y la punta del tornillo, comprobándolo con una visión anteroposterior y una visión axilar, y así minimizar los riesgos.

En la literatura, diversos estudios describen que pese a tener resultados funcionales similares, el número de complicaciones y la tasa de reintervención es mayor en los pacientes tratados con placa^{5,9,11,13}. El único de los 5 ensayos incluidos en este trabajo que difiere en este resultado, es el ensayo de Gracitelli et al.¹², que describen una tasa de complicaciones y de reintervención significativamente mayor en el grupo tratado con clavos. Pese a este resultado aparentemente a favor del uso de clavos, se debe tener en cuenta que este método de fijación quirúrgica, aunque parece que en menor número, no está exento de complicaciones, como la desviación secundaria en varo o el cut out del tornillo^{6,10,11,13,25}.

Las placas de bloqueo del húmero proximal favorecen una osteosíntesis más sólida y ofrecen una adecuada alineación del varo; incluso en casos de cabezas humerales con estructuras óseas frágiles, el perfil anatómico de las placas de bloqueo y la disposición baja y divergente de los tornillos aseguran una estabilidad mejorada^{24,26}. Sin embargo, muchos artículos evidencian tasas de complicaciones superiores a las previstas, asociadas con la necrosis avascular, la consolidación tardía, la incorrecta consolidación, la falta de unión y el fallo inherente del implante²⁷.

Varios ensayos indican que las intervenciones fueron realizadas por el mismo cirujano con igual experiencia en ambas técnicas^{9,13}. El cirujano puede influir significativamente en el resultado de un paciente tanto por el tratamiento proporcionado como por el nivel de habilidad que tenga^{28,29}.

Recientemente, y con fecha posterior a la realización de la búsqueda para esta revisión, se ha publicado una revisión sistemática que compara el uso de placas y de clavo para el tratamiento de las FHP³⁰, incluye 4 de los 5 trabajos que utilizamos en este trabajo^{9,11-13}, pero no incluye el artículo de Helfen et al.¹⁰. A diferencia de nuestra revisión, D'Almeida et al.³⁰ incluyen también estudios comparativos no randomizados y estudios retrospectivos. Apuntan, igual que los resultados de nuestra revisión, a que hay una tendencia en el grupo de placas a una recuperación algo más rápida que se iguala en unas semanas y que los resultados de ambas técnicas son comparables; sin embargo, no encuentran la pequeña diferencia a nivel de

complicaciones y reintervenciones (algo mayor en las placas) descrita en nuestros resultados³⁰.

Este trabajo tiene las limitaciones propias de un estudio de revisión sistemática. A consecuencia de las estrategias de búsqueda construidas, es posible que haya artículos relevantes sobre dicho tema que no se hayan analizado. Pese a ello, se ha intentado minimizar esta posibilidad realizando diferentes búsquedas con sinónimos de las palabras clave y así como la utilización de diferentes combinaciones de los operadores booleanos (AND) y (NOT), hasta conseguir la combinación que se consideró más completa. Se han incluido ensayos clínicos con un nivel de evidencia de I, sin embargo, los trabajos presentan N moderadas (57 a 99 pacientes). En los estudios analizados no todos los estudios utilizan el mismo modelo de placa bloqueada y de clavo intramedular, lo que podría condicionar los resultados obtenidos, por lo que hay que ser cauto a la hora de comparar los resultados entre unos estudios y otros. Otro dato a tener en cuenta es el rango poblacional que se incluye en los estudios analizados con una edad media de 69 años⁹⁻¹³, lo que limita el análisis a una población muy concreta. La falta de estudios en una población más joven impide trasladar los resultados a otros rangos de edad, ya que los resultados podrían variar³¹. Otra limitación de nuestro estudio es la falta de estratificación en fracturas de 2, 3 y 4 partes, ya que esto podría producir resultados diferentes, pudiendo alterar así las tasas de complicaciones en ambos grupos³². También las escalas empleadas presentan variabilidad interobservador, lo que limita el estudio³³.

CONCLUSIÓN

La osteosíntesis con placas de bloqueo y con clavos endomedulares son opciones quirúrgicas válidas para el tratamiento de las FHP. Los resultados funcionales postoperatorios son similares con las 2 técnicas quirúrgicas. Por lo que quedaría validada la hipótesis inicial de nuestro trabajo.

La osteosíntesis con placas tiene un número de complicaciones y de reintervención discretamente superior a la osteosíntesis con clavo endomedular, aunque parece que la recuperación puede ser más rápida y menos dolorosa.

Para poder confirmar los datos obtenidos, se necesitan más ensayos y de mayor calidad (con un tamaño muestral superior, y con unos criterios de inclusión y exclusión mejor definidos). También es necesario el uso de un sistema de clasificación más objetivo, con menos variabilidad interobservador, y así definir un algoritmo de manejo claro, universal y eficaz para las fracturas proximales de húmero.

BIBLIOGRAFÍA

1. **Martínez-Catalán N.** Conservative Treatment of Proximal Humerus Fractures: When, How, and What to Expect. *Curr Rev Musculoskelet Med.* 2023; 16:75–84. doi:10.1007/s12178-022-09817-9.
2. **Wu L, Jiang Y, Cao X, Meng X.** Efficacies and complications of internal fixations with PHILOS plate and intramedullary Multiloc® nails in the surgical treatment of proximal humerus fractures. *Am J Transl Res.* 2021; 13:11786–96.
3. **Jia Z, Li C, Lin J, Liu Q, Li G, Hu X.** Clinical effect of using MultiLoc® nails to treat four-part proximal humeral fractures. *J Int Med Res.* 2020;48. doi:10.1177/0300060520979212.
4. **Wang M, Wang X, Cai P, Guo S, Fu B.** Locking plate fixation versus intramedullary nail fixation for the treatment of multifragmentary proximal humerus fractures (OTA/AO type 11C): a preliminary comparison of clinical efficacy. *BMC Musculoskelet Disord.* 2023; 24:1–8. doi:10.1186/s12891-023-06567-8.
5. **Trepát AD, Popescu D, Fernández-Valencia JA, Cuñé J, Ríos M, Prat S.** Comparative study between locking plates versus proximal humeral nail for the treatment of 2-part proximal humeral fractures. *Eur J Orthop Surg Traumatol.* 2012; 22:373–9. doi:10.1007/s00590-011-0852-4.
6. **Agel J, Jones CB, Sanzone AG, Camuso M, Henley MB.** Treatment of proximal humeral fractures with Polarus nail fixation. *J Shoulder Elb Surg.* 2004; 13:191–5. doi:10.1016/j.jse.2003.12.005.
7. **Page MJ, Mckenzie JE, Bossuyt PM, Boutron I, Hoffmann TC, Mulrow CD, et al.** The PRISMA 2020 statement: An updated guideline for reporting systematic reviews. *J Clin Epidemiol.* 2021; 134:178–89. doi:10.1016/j.jclinepi.2021.03.001.
8. **Tufanaru C, Munn Z, Aromataris E, Campbell J, Hopp L.** Systematic reviews of effectiveness. In: Aromataris E, Munn Z, editors. *JBIMan. Evid. Synth.*; JBI; 2020.
9. **Boyer P, Couffignal C, Bahman M, Mylle G, Rousseau MA, Dukan R.** Displaced three and four part proximal humeral fractures: prospective controlled randomized open-label two-arm study comparing intramedullary nailing and locking plate. *Int Orthop.* 2021; 45:2917–26. doi:10.1007/s00264-021-05217-9.
10. **Helfen T, Siebenbürger G, Fleischhacker E, Gleich J, Böcker W, Ockert B.** Operative treatment of 2-part surgical neck type fractures of the proximal humerus in the elderly: Cement augmented locking plate PHILOSTM vs. proximal humerus nail multiloc®. *Injury.* 2020; 51:2245–52. doi:10.1016/j.injury.2020.06.026.
11. **Plath JE, Kerschbaum C, Seebauer T, Holz R, Henderson DJH, Förch S, et al.** Locking nail versus locking plate for proximal humeral fracture fixation in an elderly population: A prospective randomised controlled trial. *BMC Musculoskelet Disord.* 2019; 20:1–13. doi:10.1186/s12891-019-2399-1.
12. **Gracitelli MEC, Malavolta EA, Assunção JH, Kojima KE, dos Reis PR, Silva JS, et al.** Locking intramedullary nails compared with locking plates for two- and three-part proximal humeral surgical neck fractures: A randomized controlled trial. *J Shoulder Elb Surg.* 2016; 25:695–703. doi:10.1016/j.jse.2016.02.003.
13. **Zhu Y, Lu Y, Shen J, Zhang J, Jiang C.** Locking intramedullary nails and locking plates in the treatment of two-part proximal humeral surgical neck fractures: A prospective randomized trial with a minimum of three years of follow-up. *J Bone Jt Surg.* 2011; 93:159–68. doi:10.2106/JBJS.J.00155.
14. **Michener LA, McClure PW, Sennett BJ.** American Shoulder and Elbow Surgeons Standardized Shoulder Assessment Form, patient self-report section: Reliability, validity, and responsiveness. *J Shoulder Elb Surg.* 2002; 11:587–94. doi:10.1067/mse.2002.127096.
15. **Constant CR, Murley AH.** A clinical method of functional assessment of the shoulder. *Clin Orthop Relat Res.* 1987:160–4.
16. **Hudak PL, Amadio PC, Bombardier C.** Development of an upper extremity outcome measure: The DASH (disabilities of the arm, shoulder, and hand). *Am J Ind Med.* 1996; 29:602–8. doi:10.1002/(SICI)1097-0274(199606)29:6<602::AID-AJIM4>3.0.CO;2-L.
17. **Volgas DA, Stannard JP, Alonso JE.** Nonunions of the Humerus. *Clin Orthop Relat Res.* 2004; 419:46–50. doi:10.1097/00003086-200402000-00008.
18. **Cummings SR, Melton LJ.** Epidemiology and outcomes of osteoporotic fractures. *Lancet.* 2002; 359:1761–7. doi:10.1016/S0140-6736(02)08657-9.
19. **Dhillon M, Saini U, Dadra A, Aggarwal A, Negi D.** Comment on the article by Boyer et al.: Displaced three and four part proximal humeral fractures: prospective controlled randomized open-label two-arm study comparing intramedullary nailing and locking plate (International Orthopaedics, (2021), 45, 11, (29). *Int Orthop.* 2022; 46:923–4. doi:10.1007/s00264-022-05301-8.
20. **Roux A, Decroocq L, El Batti S, Bonneville N, Moineau G, Trojani C, et al.** Epidemiology of proximal humerus fractures managed in a trauma center. *Orthop Traumatol Surg Res.* 2012; 98:715–9. doi:10.1016/j.otsr.2012.05.013.

21. **Lefevre-Colau M, Babinet A, Fayad F, Fermanian J, Anract P, Roren A, et al.** Immediate Mobilization Compared with Conventional Immobilization for the Impacted Nonoperatively Treated Proximal Humeral Fracture. *J Bone Jt Surgery-American* Vol. 2007; 89:2582–90. doi:10.2106/JBJS.F.01419.
22. **Gradl G, Dietze A, Kääb M, Hopfenmüller W, Mittlmeier T.** Is locking nailing of humeral head fractures superior to locking plate fixation? *Clin Orthop Relat Res.* 2009; 467:2986–93. doi:10.1007/s11999-009-0916-5.
23. **Sun Q, Ge W, Li G, Wu J, Lu G, Cai M, et al.** Locking plates versus intramedullary nails in the management of displaced proximal humeral fractures: a systematic review and meta-analysis. *Int Orthop.* 2018; 42:641–50. doi:10.1007/s00264-017-3683-z.
24. **Schliemann B, Wähnert D, Theisen C, Herbolt M, Kösters C, Raschke MJ, et al.** How to enhance the stability of locking plate fixation of proximal humerus fractures? An overview of current biomechanical and clinical data. *Injury.* 2015; 46:1207–14. doi:10.1016/j.injury.2015.04.020.
25. **Gomes GR, Maciel RA, de Almeida Neto JI, de Toledo DC, Machado CJ, de Souza Bomfim L.** Antegrade Nailing Versus Locking Plate of 2-and 3-Part Proximal Humerus Fractures. *Acta Ortop Bras.* 2022; 30:5–9. doi:10.1590/1413-785220223005e256113.
26. **Jabran A, Peach C, Ren L.** Biomechanical analysis of plate systems for proximal humerus fractures: a systematic literature review. *Biomed Eng Online.* 2018; 17:47. doi:10.1186/s12938-018-0479-3.
27. **Panagiotopoulou VC, Varga P, Richards RG, Gueorguiev B, Giannoudis P V.** Late screw-related complications in locking plating of proximal humerus fractures: A systematic review. *Injury.* 2019; 50:2176–95. doi:10.1016/j.injury.2019.11.002.
28. **Sporer SM, Weinstein JN, Koval KJ.** The Geographic Incidence and Treatment Variation of Common Fractures of Elderly Patients. *J Am Acad Orthop Surg.* 2006; 14:246–55. doi:10.5435/00124635-200604000-00006.
29. **Hao KA, Patch DA, Reed LA, Spitler CA, Horneff JG, Ahn J, et al.** Factors influencing surgical management of proximal humerus fractures: do shoulder and trauma surgeons differ? *J Shoulder Elb Surg.* 2022;31:e259–69. doi:10.1016/j.jse.2021.11.016.
30. **D'Almeida SS, Cannon R, Vu NT, Ponce BA, Redden D.** Comparing Intramedullary Nails and Locking Plates in Displaced Proximal Humerus Fracture Management: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Cureus.* 2024. doi:10.7759/cureus.54235.
31. **Cognetti DJ, Hughes JD, Sprowls GR, McDonough CM, Sabzevari S, Barrow AE, et al.** Proximal humerus fracture management and outcomes are distinctly different for individuals 60 years of age or younger: a systematic review. *JSES Rev Reports, Tech.* 2023; 3:142–9. doi:10.1016/j.xrrt.2023.01.002.
32. **Lapner P, Sheth U, Nam D, Schemitsch E, Guy P, Richards R.** Management of Proximal Humeral Fractures in Adults: A Systematic Review and Meta-Analysis. *J Orthop Trauma.* 2023; 37:e80–8. doi:10.1097/BOT.0000000000002494.
33. **Fernández la Villa J, Fernández Fernández D, Luque-Merino VJ, Nogales-Asensio MA, Mancera-Ávila CF.** Clasificación de Neer. Variabilidad interobservador. *Rev Colomb Ortop y Traumatol.* 2019; 33:10–4. doi:10.1016/j.rccot.2019.10.002.

Resultados funcionales y radiológicos a largo plazo tras la implantación del balón subacromial en pacientes con rotura masiva del manguito rotador.

DOI: [HTTP//DX.DOI.ORG/10.37315/SOTOCAY20242995973](http://dx.doi.org/10.37315/SOTOCAY20242995973)

GREGORI-ROIG A, HURTADO-OLIVER V, FURIÓ-SANCHIS L, ESCRIVÀ-LLORET A, ARABÍ-SOLIVERES A, MIFSUT D.

SERVICIO COT, HOSPITAL FRANCESC DE BORJA GANDÍA

Resumen

Objetivo: Este estudio evalúa los resultados funcionales y radiológicos tras la implantación del espaciador subacromial en pacientes con roturas masivas irreparables del manguito rotador, planteando la hipótesis de que esta técnica proporciona mejoras significativas en funcionalidad y control del dolor sin comprometer los resultados clínicos pese a la progresión radiológica. **Métodos:** Se realizó un estudio observacional en dos fases. La primera fase incluyó a 27 pacientes (28 hombros) tratados entre 2014 y 2016, con un seguimiento promedio de 8 meses. En la segunda fase se revaloraron 22 pacientes tras un promedio de 7,5 años. Los resultados funcionales se evaluaron mediante el puntaje de Constant y encuestas de satisfacción, mientras que los resultados radiológicos incluyeron mediciones del espacio subacromial y la progresión de la artrosis. **Resultados:** Los puntajes de Constant mejoraron significativamente de 34,6 en el preoperatorio a 55,8 a los 8 meses ($p<0,005$) y 94,3 a los 7,5 años ($p<0,005$). La satisfacción de los pacientes se mantuvo alta (media de 8,7/10). Las evaluaciones radiológicas mostraron una reducción en el espacio subacromial de 0,68 cm en el preoperatorio a 0,47 cm a los 7,5 años, junto con una progresión de la artrosis, aunque sin correlación significativa con los resultados funcionales ($p>0,005$). **Conclusión:** La implantación del espaciador subacromial demuestra mejoras funcionales sostenidas y altos niveles de satisfacción a largo plazo. A pesar de la progresión radiológica, los resultados clínicos permanecen sólidos, respaldando su uso como una opción mínimamente invasiva para pacientes con roturas irreparables del manguito rotador.

Palabras clave: Balón subacromial, Rotura masiva del manguito rotador, Resultados funcionales, Tratamiento mínimamente invasivo.

Summary

Aim: This study evaluates the functional and radiological outcomes after subacromial spacer implantation in patients with massive irreparable rotator cuff tears, hypothesizing that this technique provides significant improvements in function and pain control without compromising clinical outcomes despite radiological progression. **Methods:** A two-phase observational study was conducted. The first phase included 27 patients (28 shoulders) treated between 2014 and 2016, with an average follow-up of 8 months. In the second phase, 22 patients were re-evaluated after an average of 7.5 years. Functional outcomes were assessed by Constant score and satisfaction surveys, while radiological outcomes included subacromial space measurements and osteoarthritis progression. **Results:** Constant scores improved significantly from 34.6 preoperatively to 55.8 at 8 months ($p<0.005$) and 94.3 at 7.5 years ($p<0.005$). Patient satisfaction remained high (mean 8.7/10). Radiological assessments showed a reduction in the subacromial space from 0.68 cm preoperatively to 0.47 cm at 7.5 years, along with progression of osteoarthritis, although with no significant correlation to functional outcomes ($p>0.005$). **Conclusion:** Subacromial spacer implantation demonstrates sustained functional improvements and high levels of long-term satisfaction. Despite radiological progression, clinical outcomes remain robust, supporting its use as a minimally invasive option for patients with irreparable rotator cuff tears.

Keywords: Subacromial spacer, Massive rotator cuff tear, Functional results, Minimally invasive treatment.

Correspondencia:

Ángel Gregori Roig

Ag_fisioterapia@hotmail.es

Fecha de recepción: 23 de octubre de 2024

Fecha de aceptación: 3 de noviembre de 2024

INTRODUCCIÓN

La elección de cómo abordar el tratamiento de las fracturas de húmero proximal (FHP) se fundamenta en las particularidades de la fractura (patrón, grado de desplazamiento, complicaciones asociadas, estabilidad) así como en los aspectos vinculados al paciente (edad, expectativa funcional, comorbilidades, etc.)¹. En el caso de elegir el tratamiento quirúrgico, hay que elegir el implante más adecuado para cada caso.

La osteosíntesis con placa necesita un abordaje más amplio, por lo que se ha de tener mucho cuidado con el manguito de los rotadores y el suministro de sangre de la cabeza humeral. El tratamiento mediante placas garantiza una alta estabilidad en la reducción de fracturas, puede ser apoyada y fijada desde múltiples ángulos, y además prevenir la pérdida ósea en pacientes con osteoporosis².

En comparación con las placas, los clavos intramedulares tienen una mayor resistencia mecánica, distribuyendo la carga de manera centralizada y específica³. Además, este dispositivo precisa de una implantación mínimamente invasiva, la cual puede reducir la disección del tejido blando y así preservar el suministro de sangre a la fractura y facilitar la cicatrización^{4,5}. Estos implantes pueden ser especialmente útiles en las fracturas de húmero proximal en combinación con lesiones de la diáfisis humeral⁶.

En la actualidad existe controversia sobre cuál es el mejor implante para las FHP o sobre el implante que es mejor en cada caso individualizado.

El objetivo principal de este trabajo fue comparar el tratamiento quirúrgico de las FHP mediante osteosíntesis con placa de bloqueo con el tratamiento mediante osteosíntesis con clavo endomedular. Los objetivos secundarios fueron analizar los resultados funcionales y radiográficos de las 2 técnicas quirúrgicas y comparar el número de complicaciones del tratamiento con los 2 sistemas de osteosíntesis.

La hipótesis de partida fue que la osteosíntesis con clavo endomedular presenta resultados igual de satisfactorios que la fijación con placa, pero con una tasa de complicaciones menor. Las roturas masivas del manguito rotador representan un desafío clínico significativo, especialmente en aquellos casos donde las reparaciones quirúrgicas convencionales son inviables. Actualmente, la reparación artroscópica es el estándar de oro; sin embargo, en roturas irreparables, se han explorado diversas opciones, como el manejo conservador, transferencia tendinosa y artroplastia inversa de hombro entre otras. Dentro de las alternativas terapéuticas se encuentra la implantación de un espaciador biodegradable subacromial (InSpace/OrthoSpace), que ha mostrado beneficios en la reducción de la fricción subacromial y en la mejora de la biomecánica del deltoides^{7,8}.

Las roturas masivas del manguito rotador afectan entre el 10% y el 40% de los pacientes con lesiones del hombro, dependiendo de la población estudiada. Estas lesiones suelen asociarse con dolor crónico, pérdida de función y limitaciones significativas en actividades diarias como vestirse, peinarse o levantar objetos, afectando así tanto la calidad de vida como la independencia de los pacientes^{9,10}.

Desde un punto de vista biomecánico, la pérdida de integridad del manguito rotador conduce a un desequilibrio entre las fuerzas estabilizadoras del hombro, provocando migración superior de la cabeza humeral, fricción subacromial y eventual desarrollo de artrosis. Estas complicaciones subrayan la necesidad de enfoques terapéuticos innovadores, especialmente en pacientes no aptos para reparaciones anatómicas.

Entre las opciones terapéuticas disponibles, el balón subacromial biodegradable se distingue por ser una técnica mínimamente invasiva que mejora la biomecánica del hombro mediante la creación de un espacio protector entre el acromion y la cabeza humeral. Este dispositivo, fabricado con materiales biodegradables, se degrada naturalmente en el cuerpo tras cumplir su función, evitando la necesidad de extracción quirúrgica. A pesar de su potencial, los datos sobre su eficacia a largo plazo son escasos, especialmente en comparación con técnicas como la artroplastia inversa o la transferencia tendinosa¹¹.

Objetivo

El presente estudio tiene como objetivo evaluar la eficacia del balón subacromial biodegradable en pacientes con rotura masiva irreparable del manguito rotador, considerando tanto resultados funcionales (puntuaciones del test de Constant y encuestas de satisfacción) como radiológicos (medición del espacio subacromial y progresión de la artrosis). Se plantea como hipótesis que esta técnica ofrece mejoras significativas en la funcionalidad y el control del dolor, con una progresión radiológica que no compromete los resultados clínicos a largo plazo.

MATERIAL Y MÉTODO

Diseño del estudio:

Este estudio consta de dos fases, la primera fase de este estudio se realizó entre septiembre de 2014 y enero de 2016 con una muestra total de 27 pacientes con rotura masiva del manguito rotador (28 balones) intervenidos mediante artroscopia para la aplicación del balón subacromial. Se evaluaron variables como el tipo de rotura, el puntaje de Constant pre y postoperatorio, y la satisfacción del paciente. El seguimiento medio fue de 8 meses, con una media de edad de 66 años. Las

complicaciones y la tasa de éxito funcional también fueron documentados.

La segunda fase del estudio se contacta y se entrevista con la misma muestra de pacientes que los de la fase uno con una media de evaluación post quirúrgica post intervención de la aplicación del balón subacromial de 7,5 años .Hubo una reducción de la muestra a 22 pacientes respecto a la fase uno debido a tres fallecimientos y dos pacientes excluidos por fractura en humero afecto. Se citaron a los pacientes y se les realizó una radiografía anteroposterior de hombro y se midió el espacio subacromial así como también una exploración física donde se les realizó el test de Constant y se valoró encuesta de satisfacción con resultado de 1 a 10.

Procedimiento quirúrgico:

La colocación del balón subacromial se realizó en quirófano equipado con torres de artroscopia estándar. Se utilizó una técnica portal doble (anterior y lateral) para permitir una visualización adecuada del espacio subacromial. Tras la descompresión subacromial, se insertó el balón plegado y se expandió con solución salina estéril hasta alcanzar el volumen deseado, asegurando que quedara correctamente posicionado para optimizar la biomecánica del deltoides¹²⁻¹⁴.

Evaluaciones funcionales y radiológicas:

- Evaluaciones funcionales: Se utilizó el test de Constant como herramienta principal, complementado por una encuesta de satisfacción en una escala de 1 a 10.
- Evaluaciones radiológicas: Se realizaron radiografías anteroposteriores para medir el espacio subacromial y evaluar signos de artrosis según la clasificación de Hamada.

Análisis estadístico:

Los datos fueron analizados utilizando pruebas t para muestras pareadas y ANOVA de medidas repetidas, ajustando por variables demográficas y clínicas. Se utilizó un nivel de significancia de $p < 0,05$.

RESULTADOS

Resultados funcionales y de satisfacción

En la tabla I se revela una evolución claramente positiva en los pacientes sometidos a la implantación del balón subacromial. A lo largo del tiempo, se observa una mejora en parámetros críticos como el dolor, la función del hombro y la fuerza muscular. El puntaje de Constant, que es un indicador fiable en la evaluación del hombro, muestra una recuperación con tendencia a la mejoría en el

postoperatorio tardío, lo que sugiere que esta técnica puede proporcionar beneficios funcionales duraderos.

Parámetro	Preintervención	Post Inmediato	Post Tardío
Edad	66.5 años	66.5 años	73.8 años
Dolor	3	9.6	16.4
Actividad	10.4	16	14.3
Rango	19.1	26	26.7
Fuerza	2.1	4.3	13.9
Constant Global	34.6	55.8	94.3
Satisfacción	No disponible	8.2	8.0

Tabla I: Test constant pre intervención, post intervención inmediato (8 meses) y tardío (7,5 años) ($p < 0,005$). Media de edad y media de escala de satisfacción (0-10).

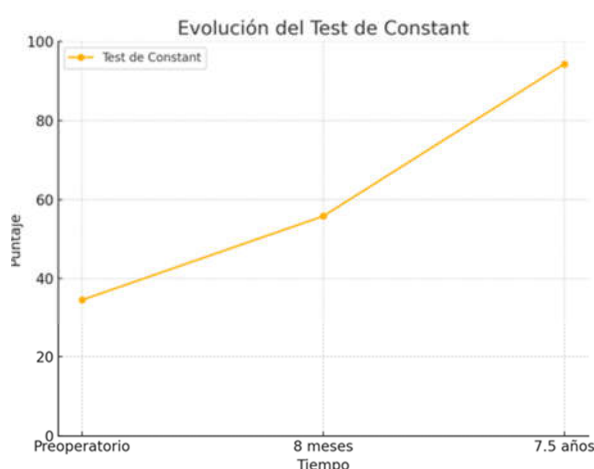


Figura 1: Evolución del Test de Constant a lo largo del tiempo.

Sin embargo, es importante apuntar que aunque la satisfacción y la función general mejoran, hay una leve disminución en la actividad entre el postoperatorio inmediato y tardío, lo que puede estar relacionado con factores relacionados con el envejecimiento de la población estudiada.

Se observaron mejoras significativas en las puntuaciones del test de Constant (Fig.1), pasando de 34,6 preoperatorio a 55,8 respecto al final del seguimiento de la fase 1 (8 meses) ($p < 0,005$) y de 94,3 en el seguimiento a largo plazo (7,5 años) ($p < 0,005$), donde se evidencia una mejoría progresiva en parámetros como dolor, rango de movimiento y fuerza. El análisis estadístico indica una correlación significativa entre la intervención y la mejoría funcional tanto en el resultado inmediato como en los resultados funcionales obtenidos a largo plazo.

Resultados Radiográficos

En cuanto a los resultados radiológicos (Fig. 2), el espacio subacromial mostró una reducción progresiva de la medición del espacio subacromial. Se obtuvo una media de 0.68 cm de medición en el espacio subacromial en las radiografías preoperatorias frente a una media de 0.47 cm de espacio subacromial en las radiografías obtenidas a los 7,5 años (Fig. 3). En cuanto a los signos radiográficos de artrosis también se observó una progresión de las mismas en cuanto a los estadios de Hamada. Estas mediciones radiográficas no obtuvieron correlación estadísticamente significativa ($p > 0,005$) respecto a los resultados funcionales obtenidos mediante el test de Constant.

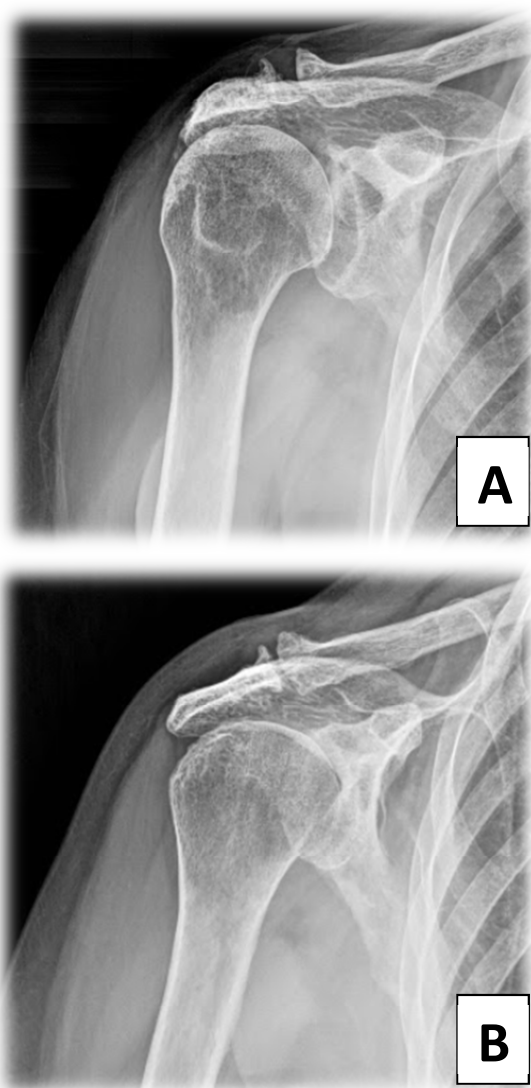


Figura 2: Radiografía A preoperatoria hace 7,5 años. Radiografía B paciente a los 7,5 años de seguimiento. Progresión de la artrosis y del pinzamiento del espacio subacromial.

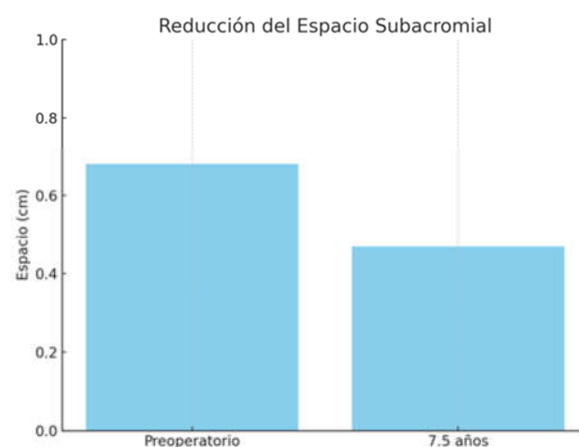


Figura 3: Reducción del Espacio Subacromial.

DISCUSIÓN

En otros estudios como los de Gervasi et al¹. (2013) y Senekovic et al^{2,3}. (2013) reportaron mejoras funcionales significativas a corto y mediano plazo tras la implantación de balones subacromiales biodegradables en pacientes con desgarros masivos del manguito rotador. En dichos estudios, los puntajes funcionales iniciales también reflejaron avances similares a los observados en este trabajo a los 8 meses postoperatorios (55,8 en el presente estudio frente a mejoras comparables en el Constant score en los trabajos citados). Sin embargo, este estudio amplía considerablemente el horizonte de seguimiento, mostrando que estas mejoras funcionales no solo se mantienen, sino que continúan aumentando hasta los 7,5 años, con un puntaje final de 94,3.

En el ensayo clínico multicéntrico de Metcalfe et al⁴. (2022), los autores concluyeron que el balón subacromial biodegradable no mostró beneficios significativos frente al debridamiento artroscópico en términos de costo-efectividad y funcionalidad a corto plazo. Sin embargo, este trabajo aporta una perspectiva diferente al enfocarse en un seguimiento más prolongado, en el cual las mejoras funcionales y la satisfacción de los pacientes permanecen altas, incluso frente a la progresión radiológica de la artrosis.

Por su parte, Deranlot et al⁶. (2017) destacaron la utilidad del balón para preservar la función del hombro y reducir el dolor en pacientes con roturas irreparables. No obstante, identificaron una mayor incidencia de revisiones quirúrgicas en comparación con otras técnicas. En este estudio, la ausencia de complicaciones mayores o necesidad de reintervenciones a lo largo de los 7,5 años de seguimiento refuerza el perfil de seguridad del dispositivo cuando se seleccionan adecuadamente los pacientes.

Relación entre Cambios Radiológicos y Resultados Funcionales

La progresión radiológica observada en este estudio, reflejada en la reducción del espacio subacromial (0,68 cm preoperatorio a 0,47 cm a largo plazo) y el incremento en los signos de artrosis según la clasificación de Hamada, es consistente con los hallazgos de Singh et al. (2019), quienes destacaron que los cambios estructurales no siempre correlacionan directamente con los resultados clínicos. De hecho, este estudio también confirma que la función del hombro y los niveles de satisfacción del paciente pueden mantenerse elevados a pesar de estos cambios degenerativos, subrayando la independencia relativa entre las mejoras clínicas y los deterioros estructurales.

Diversos estudios han evaluado las opciones quirúrgicas para el manejo de desgarros masivos e irreparables del manguito rotador. Un ensayo clínico¹ aleatorizado multicéntrico demostró que el balón subacromial biodegradable InSpace™ no ofreció beneficios significativos en términos de función del hombro ni en la reducción de costos en comparación con el desbridamiento artroscópico, evidenciando su falta de eficacia y potenciales riesgos, especialmente en mujeres. Sin embargo, otros estudios^{2,3} iniciales han mostrado mejoras funcionales y reducción del dolor con esta técnica, particularmente en pacientes no aptos para cirugías mayores^{4,5}.

Por otro lado, un meta-análisis¹⁵ que comparó diferentes técnicas quirúrgicas no artroplásticas, como la reconstrucción de cápsula superior, reparación parcial, uso de injertos y espaciadores subacromiales, mostró que todas estas estrategias ofrecieron mejoras iniciales en las puntuaciones funcionales del hombro. No obstante, estas mejoras tendieron a declinar a mediano y largo plazo, con tasas de re-rotura particularmente altas en la reparación parcial (45%) y moderadas en la reconstrucción de cápsula superior e injertos (21%). Los espaciadores subacromiales presentaron el mayor índice de revisiones quirúrgicas (7,2%) y un marcado deterioro funcional después de dos años^{4,5,6}.

En conjunto, las opciones disponibles ofrecen beneficios temporales en términos de función y alivio del dolor, pero la evidencia subraya la necesidad de estudios adicionales para determinar su eficacia y seguridad a largo plazo, así como para identificar los subgrupos de pacientes que podrían beneficiarse más de cada técnica.

Limitaciones del estudio:

Aunque los resultados funcionales son positivos, la técnica no está exenta de limitaciones. Algunos pacientes reportaron recurrencia de dolor leve tras varios años, lo que podría estar relacionado con la degradación completa del dispositivo.

El tamaño reducido de la muestra limita la generalización de los resultados, y la ausencia de un grupo control restringe la capacidad de comparar esta técnica con otras opciones quirúrgicas. Futuras investigaciones deberían enfocarse en:

1. Ensayos clínicos aleatorizados que comparen el balón subacromial con artroplastias y transferencias tendinosas.
2. Evaluaciones biomecánicas detalladas para optimizar el diseño del balón y prolongar su efectividad.
3. Estudios de costo-efectividad para valorar su impacto en sistemas de salud con recursos limitados.

CONCLUSIÓN

Los resultados de este estudio confirman que la implantación del balón subacromial biodegradable es una técnica efectiva y segura a largo plazo para el manejo de roturas masivas irreparables del manguito rotador. Los pacientes experimentaron una mejora significativa en la funcionalidad del hombro y el control del dolor, junto con altos niveles de satisfacción, incluso después de un seguimiento prolongado de 7.5 años. Estas mejoras funcionales se mantuvieron a pesar de la progresión radiológica de la artrosis y la reducción del espacio subacromial, lo que destaca la independencia funcional de los resultados clínicos frente a los cambios estructurales observados.

El perfil mínimamente invasivo del procedimiento, su bajo índice de complicaciones y la ausencia de necesidad de revisiones quirúrgicas frecuentes hacen que esta técnica sea particularmente atractiva para pacientes mayores o con contraindicaciones para cirugías más invasivas, como la artroplastia inversa. Además, el balón puede ser una opción complementaria en estrategias de refuerzo tras reparaciones artroscópicas en casos seleccionados.

El balón subacromial biodegradable representa una herramienta terapéutica innovadora, eficaz y bien tolerada para abordar un desafío clínico complejo, ofreciendo una opción viable que mejora la calidad de vida de los pacientes con roturas masivas irreparables del manguito rotador.

BIBLIOGRAFÍA

1. **Gervasi E, Causero A, Parodi PC, Tancredi G, Oliva F, Bisicchia S.** Prospective clinical study of a novel biodegradable subacromial spacer in the treatment of massive irreparable rotator cuff tears. *Eur J Orthop Surg Traumatol* 2013; 23(1):7-12.
2. **Senekovic V, Poberaj B, Kovacic L, Mikek M, Adar E, Markovitz E.** Prospective clinical study of a novel biodegradable subacromial spacer in treatment of massive irreparable rotator cuff tears. *Eur J Orthop Surg Traumatol* 2013; 23(3):311-6.
3. **Savarese E, Romeo R.** New solution for massive, irreparable rotator cuff tears: the subacromial "biodegradable spacer". *Arthrosc Tech* 2012;1(1)
4. **Metcalfe A, Parsons H, Parsons N, et al.** Subacromial balloon spacer for irreparable rotator cuff tears of the shoulder (START): a group-sequential, double-blind, multicentre randomised controlled trial. *Lancet* 2022;399:1954-63. doi:10.1016/S0140-6736(22)00652-3
5. **Singh S, Reeves J, Langohr GDG, Johnson JA, Athwal GS.** The effect of the subacromial balloon spacer on humeral head translation in the treatment of massive, irreparable rotator cuff tears: a biomechanical assessment. *J Shoulder Elbow Surg* 2019;28(10):1841-7. doi:10.1016/j.jse.2019.03.036
6. **Deranlot J, Herisson O, Nourissat G, et al.** Arthroscopic subacromial spacer implantation in patients with massive irreparable rotator cuff tears: clinical and radiographic results of 39 retrospective cases. *Arthroscopy* 2017;33(9):1713-8. doi:10.1016/j.arthro.2017.03.029
7. **Davies A, Singh P, Reilly P, Sabharwal S, Malhas A.** Superior capsule reconstruction, partial cuff repair, graft interposition, arthroscopic debridement or balloon spacers for large and massive irreparable rotator cuff tears: a systematic review and meta-analysis. *J Orthop Surg Res* 2022; 17:552. doi:10.1186/s13018-022-03411-y
8. **Szöllösy G, Rosso C, Fogerty S, Petkin K, Lafosse L.** Subacromial spacer placement for protection of rotator cuff repair. *Arthrosc Tech* 2014; 3(5).doi:10.1016/j.eats.2014.06.017
9. **Stryker.** InSpace - Stryker. Disponible en: <https://www.stryker.com/us/en/sports-medicine/products/inspace.html>
10. **Stryker.** InSpace subacromial balloon spacer. Disponible en: <https://www.stryker.com/us/en/sports-medicine/products/inspace.html>
11. **Stryker.** InSpace balloon implant brochure. Disponible en: <https://www.stryker.com/us/en/sports-medicine/products/inspace.html>
12. **Mayo Clinic.** Lesión del manguito rotador - Diagnóstico y tratamiento. Disponible en: <https://www.mayoclinic.org/es/diseases-conditions/rotator-cuffinjury/diagnosis-treatment/drc-20350231>
13. **Calmet J, Esteve C, Mellado JM, Domènech S, Giné J.** Rotura masiva del manguito de los rotadores. Resultados del tratamiento quirúrgico. *Rev Esp Cir Ortop Traumatol* 2002; 46(4):294-9.
14. **Llinás Hernández PJ.** Lesiones masivas del manguito de los rotadores. *Rev Colomb Ortop Traumatol* 2016;30(Supl 1):63-72.
15. **García Moreno J, Correa Bellido P, Salazar Aguilar JR, Pérez Correa JI, Montaner Alonso D, Rodrigo Pérez JL.** Resultados tras la aplicación de balones espaciadores biodegradables como opción terapéutica en roturas masivas no reparables del manguito de los rotadores del hombro. *Rev Esp Cir Ortop Traumatol* 2022; 66(1):68-73.

Computación holográfica: ¿nuevo paradigma en la navegación de la cirugía protésica de hombro?.

DOI: [HTTP//DX.DOI.ORG/10.37315/SOTOCV20242995979](http://dx.doi.org/10.37315/SOTOCV20242995979)

MAYORGA-NARANJO D, AROCA-NAVARRO JE, BAIXAULI-GARCÍA F, FERRÀS-TARRAGÓ J.

SERVICIO DE CIRUGÍA ORTOPÉDICA Y TRAUMATOLOGÍA, HOSPITAL UNIVERSITARI I POLITÈCNIC LA FE, VALENCIA, ESPAÑA

Resumen

La colocación precisa del componente glenoideo es fundamental en la cirugía protésica de hombro, y depende del correcto posicionamiento de la aguja guía. Para reducir los errores se han desarrollado diferentes sistemas de navegación, entre los que destaca la realidad mixta basada en la computarización holográfica. Mediante unas gafas inteligentes se proyectan hologramas que informan del posicionamiento de la aguja guía en tiempo real. ¿Pero es esta tecnología fiable y precisa? Para responder a esta pregunta se realiza una revisión bibliográfica sistemática, seleccionándose 16 artículos publicados en los últimos 5 años, y que muestran el uso de la realidad mixta tanto in vitro, con biomodelos y cadáver, como en pacientes reales. Los resultados en los grados de desviación de la aguja guía son similares a los de grandes navegadores y guías personalizadas, con la ventaja de su menor coste y mayor versatilidad. Por tanto, supone una técnica prometedora para la navegación quirúrgica futura.

Palabras clave: realidad mixta, artroplastia de hombro navegada, gafas inteligentes, computarización holográfica.

Summary

The accurate placement of the glenoid component is essential in shoulder prosthetic surgery, and it depends on the correct positioning of the guide wire. Different navigation systems have been developed to reduce its failure, among which mixed reality based on holographic computing stands out due to its versatility. Using smart glasses, holograms are projected that report the positioning of the guide wire in real time. But is this technology reliable and accurate? To answer this question, a systematic bibliographic review is carried out, selecting 16 articles published in the last 5 years, and which show the use of mixed reality both in vitro, with biomodels and cadavers, as well as in real patients. The results in the degrees of deviation of the guide wire are similar to those of large navigators and personalized guides, with the advantage of its lower cost and greater versatility. Therefore, it represents a promising technique for future surgical navigation.

Keywords: mixed reality, navigated shoulder arthroplasty, smart glasses, holographic computerization.

Correspondencia:

David Mayorga Naranjo, MD

drdavidmayorga@gmail.com

Fecha de recepción: 24 de septiembre de 2024

Fecha de aceptación: 3 de noviembre de 2024

INTRODUCCIÓN

La cirugía protésica de hombro experimentó un gran avance en el año 1985, con el desarrollo por parte de Grammont de la artroplastia inversa para la artropatía de hombro por rotura masiva del manguito. Posteriormente se han ido ampliando de manera considerable las indicaciones quirúrgicas de la artroplastia en esta articulación: artrosis glenohumeral, lesión del manguito rotador, fracturas de húmero proximal, cirugía de revisión, etc.¹ Aunque tanto las prótesis anatómicas como las inversas tienen unas tasas de supervivencia a largo plazo muy buenas, no están exentas de complicaciones, como son el notching escapular, la inestabilidad o el aflojamiento del componente glenoideo.

El aflojamiento glenoideo está estrechamente relacionado con su correcto posicionamiento. Angulaciones de más de 10° en la inclinación o la anteversión de la aguja guía se han relacionado con mayores tasas de inestabilidad y aflojamiento¹⁻³. Es por ello por lo que la correcta colocación del mismo se presenta como el paso más determinante y de mayor dificultad de la cirugía protésica de hombro, en el cual se requiere una alta precisión.

Es en este punto en el cual han aparecido en los últimos años numerosos avances, tales como navegadores o guías personalizadas, con los cuales mejorar el posicionamiento de la aguja guía, necesaria para la colocación del implante. Pese a que estos sistemas han demostrado presentar una alta precisión y reproducibilidad, tampoco están exentos de inconvenientes, como puede ser su baja versatilidad o altos costes.³

Recientemente se ha desarrollado una tecnología basada en la computarización holográfica. Mediante el uso de unas gafas transparentes, se posibilita la interacción del cirujano con hologramas que permiten conocer el posicionamiento de la aguja en tiempo real durante la cirugía^{1,2}. Pero, ¿es este nuevo tipo de navegación quirúrgica una alternativa real? ¿Es preciso, fiable y reproducible?

El objetivo de este trabajo es revisar los resultados publicados en la colocación de la aguja guía en la cirugía protésica de hombro con ayuda de unas gafas de realidad mixta.

MATERIAL Y MÉTODO

Estrategia de búsqueda

La estrategia de búsqueda inicial fue organizada en función de la estructura PICO (Población, Intervención, Comparación, Resultados). Se incluyeron artículos que trataran proyectos que involucrasen pacientes o modelos (P) en los que se realizase la colocación de la aguja guía, necesaria para la cirugía protésica de hombro, mediante un

sistema de realidad mixta basado en computerización holográfica (I).

Se analizaron los resultados reportados (C) en estos artículos para evaluar la validez de esta técnica emergente (O).

La selección de artículos siguió el siguiente orden de revisión: primero se realizó una lectura del título y del resumen, y posteriormente se realizó una lectura del artículo completo en aquellos casos seleccionados.

Literatura buscada

Se realizó una revisión sistemática, cuyos resultados son publicados de acuerdo con las reglas PRISMA (The Preferred Reporting Items for Systematic reviews and Meta-Analyses).

En cuanto a la estrategia de búsqueda la revisión realizada fue de artículos publicados en los últimos 5 años en las bases de datos Medline (a través de Pubmed) y Scopus. No se establecieron límites lingüísticos. El algoritmo de búsqueda fue el siguiente: (navigation AND shoulder arthroplasty). Posteriormente se seleccionaron aquellos artículos en los cuales el sistema navegado se tratase de la realidad mixta.

Se añadieron estudios adicionales a partir de la bibliografía de los artículos seleccionados. Aquellos trabajos duplicados fueron desechados.

Datos analizados

Analizamos las diferencias en el posicionamiento de la aguja guía entre la planificación previa a la intervención y la obtenida posteriormente por los diferentes autores.

Se consideraron artículos que trataran el uso de la realidad mixta en cirugía protésica de hombro, tanto si se trataba de prótesis anatómicas como inversas.

RESULTADOS

Selección de estudios

A partir de la revisión bibliográfica se seleccionaron 16 artículos de una recopilación inicial de 96, todos ellos publicados en los últimos 5 años. Los pasos realizados fueron los siguientes:

- ✓ En la revisión realizada se identificaron 96 estudios que trataban la navegación en la cirugía protésica de hombro. Tras la exclusión de aquellos artículos duplicados se seleccionaron 77 artículos.
- ✓ Dentro de ellos se seleccionaron aquellos estudios en los cuales se usase la realidad mixta como sistema de navegación, obteniéndose así 31 artículos.

- ✓ Finalmente, tras la lectura exhaustiva y análisis del título, resumen y palabras clave de estos trabajos se seleccionaron 16 artículos.

El diagrama de flujo resultante de esta búsqueda se encuentra presente en la Fig. 1.

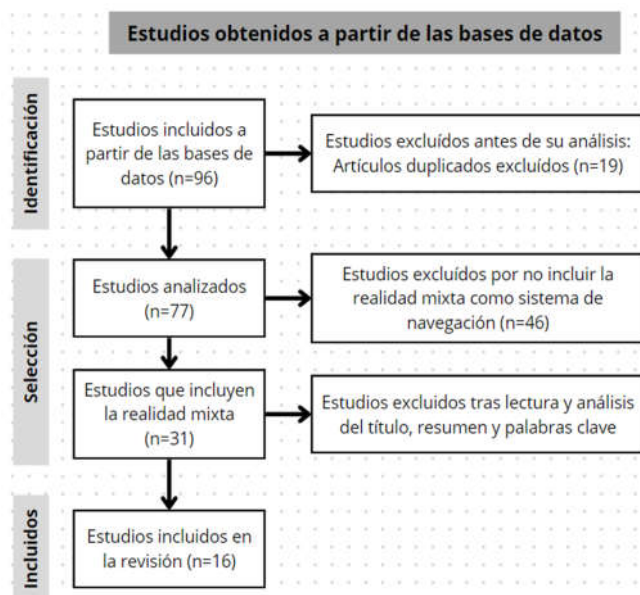


Figura 1: diagrama de flujo de los artículos incluidos y excluidos.

Características de los estudios incluidos

Entre los estudios seleccionados destacan 6 revisiones bibliográficas y 10 estudios experimentales: 3 realizados sobre pacientes reales y 7 in vitro (4 utilizando biomodelos impresos en 3D y 3 realizados sobre cadáver).

Resultados quirúrgicos

Tres estudios^{4,5,6} presentan el uso de la realidad mixta en paciente reales.

El primero de estos trabajos⁴ incluye 25 pacientes, mostrando una variabilidad media de 1,9° de inclinación y 2,4° de anteversión en el posicionamiento de la aguja entre las angulaciones planificadas preoperatoriamente y las obtenidas. El segundo⁵ detalla los diferentes pasos para el uso de este tipo de tecnología en un paciente, sin presentar resultados de variabilidad en la angulación de la aguja. Finalmente el tercero⁶ incluye una serie de 17 pacientes, presentando una variabilidad media de 1,5° de inclinación y 2,4° de anteversión, sin mostrar ninguno de estos trabajos diferencias

significativas con los resultados obtenidos con los navegadores actuales.

Resultados in vitro

Siete estudios experimentales fueron incluidos en el estudio, cuatro haciendo uso de biomodelos de escápulas 3D^{7,1,3,2} y tres realizándose en cadáveres humanos^{9,10,11}. El objetivo era demostrar in vitro el correcto posicionamiento de la aguja guía en la glena del biomodelo, empleando para ello los dispositivos Microsoft HoloLens 1 y Microsoft HoloLens 2.

Con respecto a los primeros, aquellos que trabajan sobre modelos impresos, se reportaron los resultados mediante una media de los grados de inclinación y anteversión, entre la angulación planificada y la obtenida:

Artículo	Desviación media presentada
Abdic et al. ⁷	3,9° ± 2,4°
Can et al. ¹	3,7° ± 6,3°
Schlueter et al. ³	3,9° ± 2,4°
Kriechling et al. ²	2,7° ± 1,3°

Tabla I: desviación media representada en grados del posicionamiento de la aguja guía en biomodelos 3D entre la angulación planificada y la obtenida.

Tres estudios en cadáver fueron incluidos^{9,10,11}. Estos trabajos involucraron un total de 36 cuerpos, en los que se mostró la implementación de la computarización holográfica en la anatomía humana bajo un entorno controlado. Dos de estos trabajos^{9,11} muestran sus resultados entre la diferencia de angulación en anteversión e inclinación planificada y la obtenida tras la colocación de la aguja guía:

Artículo	Anteversión	Inclinación
Sánchez-Sotelo et al. ⁹	1.8° ± 1.3°	1.0° ± 0.7°
Rojas et al. ¹¹	1.6° ± 1.2°	1.7° ± 1.5°

Tabla II: desviación media representada en grados de la anteversión y la inclinación del posicionamiento de la aguja guía en cadáver entre la angulación planificada y la obtenida.

DISCUSIÓN

La navegación intraoperatoria es una realidad en la cirugía ortopédica, especialmente en la cirugía protésica de cadera y de rodilla.^{1,17} Se ha demostrado que la navegación quirúrgica puede reproducir, de manera fiable y altamente precisa, el posicionamiento de los diferentes componentes de una prótesis en tiempo real.¹

En la cirugía protésica de hombro, malposiciones de más de 10° de anteversión o inclinación del componente glenoideo se han correlacionado con un mayor riesgo de inestabilidad y por tanto, de aflojamiento.^{1,2,3}

Los sistemas de navegación han demostrado ser una herramienta precisa para el posicionamiento de la aguja guía del componente glenoideo.

Actualmente están comercializados grandes navegadores y guías personalizadas, pero estos sistemas tienen algunos inconvenientes. Por un lado, los navegadores poseen un alto coste, son complejos y requieren de una planificación y de un software específicos. Por otro lado, las guías personalizadas tienen un elevado coste, una baja versatilidad y requieren de días o semanas de espera desde que se solicitan hasta que están disponibles para la cirugía.⁸

Es por ello por lo que la computarización holográfica ha aparecido en los últimos años. Esta nueva tecnología es implementada a través de unas gafas transparentes o semitransparentes, a través de las cuales se pueden visualizar una serie de hologramas, con los que es posible interactuar mediante gestos con las manos o a través de comandos de voz. Este hardware es denominado como "OST-HMD", siglas en inglés para denominar a "pantallas de visualización óptica montadas en la cabeza".³ Trabajos como el de Juan et al.¹⁷ han mostrado la versatilidad y ergonomía de este dispositivo, revelando además su peso relativamente ligero (566 gramos)^{17,18} y su gran precisión, siendo esta milimétrica.^{17,19}

Este sistema está basado en la realidad mixta, que no debemos confundir con la realidad virtual. Mientras que en esta última se proporciona al usuario una inmersión en un entorno generado de manera digital, que reemplaza el mundo real, en la realidad mixta se integran elementos virtuales en el mundo real, permitiendo la coexistencia e interacción de estos elementos.^{1,17}

Los artículos publicados hasta la fecha referentes al empleo de esta tecnología tanto in vitro, ya sea en biomodelos 3D o en cadáver, como en pacientes presentan una desviación mínima entre los valores de angulación en términos de inclinación o anteversión, entre la planificación establecida y los resultados obtenidos en un TC de control tras utilizar esta

tecnología, no presentando diferencias significativas con respecto a los resultados obtenidos en la colocación de la guja guía con los navegadores y las guías personalizadas comercializados. Es así como la computarización holográfica presenta niveles de precisión y reproducibilidad consistentes y equiparables al resto de tecnologías empleadas en la artroplastia de hombro.

En cuanto a la comercialización del hardware de este sistema, los dispositivos ópticos más destacados son Microsoft HoloLens (Microsoft, Redmond, WA, USA) y Google Glass (Google Inc., Mountain View, C, usa), aunque con el crecimiento exponencial de esta industria en los últimos años es esperable la aparición de un mayor número de alternativas en los próximos años.³

Además de la navegación intraquirúrgica en tiempo real, la realidad mixta también nos permite otras aplicaciones interesantes en la cirugía protésica de hombro, como son la realización de una adecuada planificación preoperatoria, el entrenamiento práctico en la técnica quirúrgica para cirujanos más inexpertos y plataformas para la educación del paciente.¹

Este desarrollo tecnológico, referido por algunos autores como un "renacimiento ortopédico digital"¹, irrumpió en el año 2021, cuando Kriechling et al.² comprobó la precisión y fiabilidad en el posicionamiento de la aguja guía con el uso de la realidad mixta, suponiendo un avance con una importancia de tal calibre que ha sido comparado con la aparición de la artroplastia invertida, desarrollada por Grammont en 1985. No obstante, pese a que este tipo de tecnología muestra resultados fiables nos cabe preguntar si los resultados clínicos serán acordes con las altas expectativas generadas. Actualmente no existen estudios clínicos que lo corroboren, y probablemente serán necesarios años hasta tener resultados significativos que nos aporten respuestas en estos términos.

CONCLUSIÓN

La realidad mixta se presenta como una nueva tecnología prometedora en la cirugía protésica de hombro, suponiendo un método más preciso y fiable que el método convencional. Además, supone una alternativa más versátil y económica con respecto las guías personalizadas y los grandes navegadores actuales. La investigación futura en este campo es necesaria para maximizar los beneficios potenciales de este sistema.

BIBLIOGRAFÍA

1. **Can Kolac U, Paksoy A, Akgün D.** Three-dimensional planning, navigation, patient-specific instrumentation and mixed reality in shoulder arthroplasty: a digital orthopedic renaissance. *EFORT Open Rev* 2024 Jun 3; 9(6):517-27.
2. **Kriechling P, Roner S, Liebmann F et al.** Augmented reality for base plate component placement in reverse total shoulder arthroplasty: a feasibility study. *Arch Orthop Trauma Surg* 2021 Sep; 141(9):1447-53.
3. **Schlueter-Brust K, Henckel J, Katinakis F et al.** Augmented-Reality-Assisted K-Wire Placement for Glenoid Component Positioning in Reversed Shoulder Arthroplasty: A Proof-of-Concept Study. *J Pers Med* 2021 Aug 10; 11(8):777.
4. **Kopriva JM, McKissack HM, Griswold BG et al.** Mixed-reality improves execution of templated glenoid component positioning in shoulder arthroplasty: a CT imaging analysis. *J Shoulder Elbow Surg* 2024 Aug; 33(8):1789-98.
5. **Rojas JT, Lädemann A, Ho SWL et al.** Glenoid Component Placement Assisted by Augmented Reality Through a Head-Mounted Display During Reverse Shoulder Arthroplasty. *Arthrosc Tech* 2022 Apr 22; 11(5):e863-e874.
6. **Rojas JT, Menzemer J, Rashid M et al.** Navigated augmented reality through a head-mounted display leads to low deviation between planned, intra- and post-operative parameters during glenoid component placement of reverse shoulder arthroplasty: a proof-of-concept case series. *J Shoulder Elbow Surg* 2024; 26:S1058-2746(24)00453-1.
7. **Abdic S, Van Osch NJ, Langohr DG et al.** Mixed reality visualization in shoulder arthroplasty: is it better than traditional preoperative planning software? *Clin Shoulder Elb* 2023 Jun; 26(2):117-5.
8. **Kriechling P, Loucas R, Loucas M et al.** Augmented reality through head-mounted display for navigation of baseplate component placement in reverse total shoulder arthroplasty: a cadaveric study. *Arch Orthop Trauma Surg* 2023 Jan; 143(1):169-175.
9. **Sanchez-Sotelo J, Berhouet J, Chaoui J et al.** Validation of mixed-reality surgical navigation for glenoid axis pin placement in shoulder arthroplasty using a cadaveric model. *J Shoulder Elbow Surg.* 2024 May; 33(5):1177-84.
10. **Crockatt WK, Confino JE, Kopydlowski NJ et al.** Comparing Skill Acquisition and Validity of Immersive Virtual Reality with Cadaver Laboratory Sessions in Training for Reverse Total Shoulder Arthroplasty. *JB JS Open Access* 2023 Jul 6; 8(3):e22.00141.
11. **Rojas JT, Jost B, Zipeto C et al.** Glenoid component placement in reverse shoulder arthroplasty assisted with augmented reality through a head-mounted display leads to low deviation between planned and postoperative parameters. *J Shoulder Elbow Surg* 2023 Dec; 32(12):e587-e596.
12. **Jennewine BR, Brolin TJ.** Emerging Technologies in Shoulder Arthroplasty: Navigation, Mixed Reality, and Preoperative Planning. *Orthop Clin North Am* 2023 Apr; 54(2):209-25.
13. **Daher M, Ghanimeh J, Otayek J et al.** Augmented reality and shoulder replacement: a state-of-the-art review article. *JSES Rev Rep Tech* 2023 Feb 5; 3(3):274-8.
14. **Longo UG, Lalli A, Gobbato B et al.** Metaverse, virtual reality and augmented reality in total shoulder arthroplasty: a systematic review. *BMC Musculoskelet Disord* 2024 May 21; 25(1):396.
15. **Twomey-Kozak J, Hurley E, Levin J, Anakwenze O et al.** Technological innovations in shoulder replacement: current concepts and the future of robotics in total shoulder arthroplasty. *J Shoulder Elbow Surg* 2023; 32(10):2161-71.
16. **Rojas J, Lievano, Jiménez AM et al.** Preoperative planning in reverse shoulder arthroplasty: plain radiographs vs. computed tomography scan vs. navigation vs. augmented reality. *Ann Jt* 2023 Sep 8; 8:37.
17. **Juan MC, Hidalgo C, Mifsut D.** A mixed reality application for total hip arthroplasty. *Virtual Reality* 2024 28, 39.
18. **Kuber PM, Rashedi E.** Alteration in physical demands during virtual/augmented reality-based tasks: a systematic review. *Ann biomed Eng* 2023 51: 1910-32.
19. **Akulauskas M, Butkus K, Rutkūnas V et al.** Implementation of augmented reality in dental surgery using hololens 2: an in vitro study and accuracy assessment. *Appl Sci* 2023. 13.

Rotura del pectoral mayor en deportistas: un reporte de un caso y revisión de la literatura.

DOI: [HTTP//DX.DOI.ORG/10.37315/SOTOCV20242995984](http://dx.doi.org/10.37315/SOTOCV20242995984)

VALVERDE-VÁZQUEZ MR, PARRA-CALABUIG L, RIBERA-MARTÍNEZ N, MARTÍNEZ-COSTA JM, HERRERO-MEDIAVILLA D.

HOSPITAL ARNAU DE VILANOVA – HOSPITAL DE LLIRIA, VALENCIA, ESPAÑA.

Resumen

En los últimos 20 años se han incrementado los casos de rotura del pectoral mayor asociados a la práctica deportiva, sobre todo al levantamiento de pesas, típicamente en varones jóvenes entre 20 y 40 años. Está demostrada la superioridad del tratamiento quirúrgico frente al tratamiento no quirúrgico, con mejores resultados funcionales que permiten retomar el ejercicio físico a partir de los 6 meses desde la cirugía en un gran porcentaje de los casos. Pese a ello, es importante considerar las posibles complicaciones, como infección de la herida quirúrgica, la rerotura o fracturas humerales iatrogénicas.

Palabras clave: Rotura del pectoral mayor, Lesiones del pectoral mayor, esteroides anabolizantes, tratamiento quirúrgico.

Summary

In the last 20 years, cases of rupture of the pectoralis major associated with sports practice have increased, especially weight training, typically in young men between 20 and 40 years old. The superiority of surgical treatment over non-surgical treatment has been demonstrated, with better functional results that allow physical exercise to be resumed 6 months after surgery in most of cases. Despite this, it is important to consider possible complications, such as infection, rupture or iatrogenic humeral fractures.

Keywords: Pectoralis major rupture, Pectoralis major injuries, Anabolic steroid, Surgical Treatment

Correspondencia:

María del Rocío Valverde Vázquez

rociovv1014@gmail.com

Fecha de recepción: 20 de noviembre de 2024

Fecha de aceptación: 3 diciembre de 2024

INTRODUCCIÓN

El pectoral mayor es un músculo que se encuentra en la pared torácica anterior y que presenta un amplio origen, dividiéndose en tres porciones: clavicular, costoesternal y abdominal. Las tres porciones convergen lateralmente y se insertan en la cresta del tubérculo mayor del húmero, lateral al surco bicipital, representando la región anterior del receso axilar. Principalmente, proporciona las funciones de aducción y rotación interna del brazo, además de cierta flexión del húmero. Aunque su función no resulta imprescindible para la realización de las actividades básicas de la vida diaria, es fundamental en deportistas para la producción de máxima fuerza en miembro superior¹⁻⁴.

La rotura del músculo pectoral mayor fue descrita por primera vez en 1822 por Patissier como una rara lesión relacionada con el ámbito laboral. Sin embargo, su incidencia se ha visto incrementada en las últimas décadas relacionada con la práctica de la actividad deportiva, especialmente con el levantamiento de pesas, el culturismo y los deportes de contacto. Además, el consumo asociado de esteroides tipo anabolizantes ha sido descrito como un posible factor de riesgo, sin que haya una fuerte evidencia de ello en la literatura. Otros factores de riesgo mencionados son el tabaquismo y el tratamiento con fluoroquinolonas²⁻⁴.

El mecanismo típico de rotura es descrito en el contexto de una contracción excéntrica del músculo en el momento de mayor tensión de las fibras costoesternales del mismo (con una extensión de 30°, una abducción de 30-40° del brazo y rotación externa contra resistencia, por ejemplo, mientras se sostiene una barra de pesas)¹⁻⁷.

Tietjen clasificó en 1980 las lesiones del músculo pectoral mayor en 3 grupos según la gravedad de estas: esguinces o contusiones (tipo I), rotura parcial del músculo (tipo II) o rotura completa (tipo III). Más adelante, se añadieron a la clasificación distintos subgrupos para establecer la localización de la lesión: inserción esternoclavicular (A), vientre muscular (B), unión miotendinosa (C) y a nivel de inserción humeral (D). Aunque la de Tietjen es la clasificación tradicional y más universalizada, existen otras clasificaciones como (Maraghy et al.) que dividen estas lesiones en función del grosor y longitud afectadas, el momento de la lesión y la ubicación de esta¹⁻⁴. Bak et al⁴, en su metaanálisis, describió nuevos subgrupos en la clasificación de Tietjen, como la avulsión ósea de la inserción humeral, y estableció una clasificación propia en función del resultado del tratamiento en excelente, buena, justa y pobre según las características clínicas⁷.

La localización donde se produce de manera más frecuente una rotura del músculo pectoral mayor es a nivel de la inserción humeral (IID, IIID), sobre todo en la población menor de 30 años. La segunda localización más común es a nivel de la unión miotendinosa (IIC, IIIC), más asociado a

hombres mayores de 30 años y a fuerzas que actúan con una mayor velocidad^{2-3,7}.

Se presenta un caso clínico típico de un paciente joven con antecedentes de consumo de esteroides que sufre una rotura de la unión miotendinosa del pectoral mayor tipo IIIC, tratado quirúrgicamente mediante reinserción intraósea humeral con buenos resultados a pesar de infección aguda.

CASO CLÍNICO

Varón de 36 años que acudió a urgencias por dolor y limitación funcional de 6 días de evolución tras notar un chasquido en la zona pectoral derecha mientras realizaba press banca durante la fase concéntrica del ejercicio. A la exploración física manifestaba una tumefacción con hematoma en región axilar que se extendía por la cara medial del brazo y pectoral. Se observó asimetría en región pectoral a la abducción a 90°, situándose la mamila derecha inferior respecto a la mamila del lado contralateral (signo denominado "dropped nipple sign"). Presentaba además, dolor y limitación funcional a la rotación interna y aducción contra resistencia en el lado afecto con ausencia de palpación del tendón del pectoral mayor (Fig. 1).

El paciente era preparador físico y como antecedentes de interés consumo habitual de esteroides en el pasado.

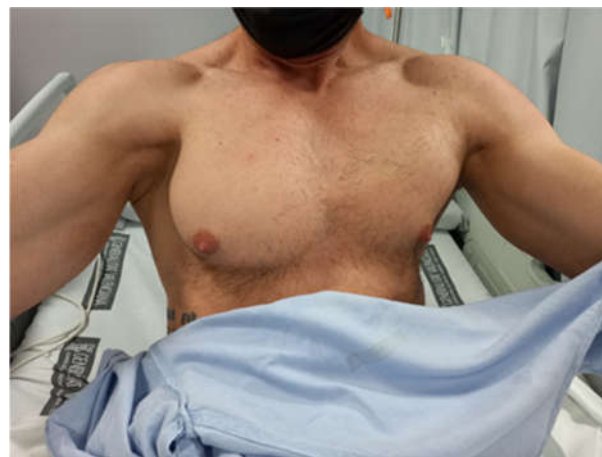


Figura 1. Fotografía prequirúrgica en la que se objetiva una pérdida del contorno normal de la axila derecha, región pectoral asimétrica con respecto contralateral y el "dropped nipple sign" asociado.

Se solicitó, en primera instancia, en el servicio de Urgencias, una radiografía simple y una ecografía de partes blandas. En la radiografía simple no se observaron hallazgos traumatológicos agudos. Por otra parte, la ecografía informó de solución de continuidad por extensa rotura parcial en la unión musculotendinosa

del pectoral mayor derecho con colección hemática en su interior (IIC)(Fig.2).

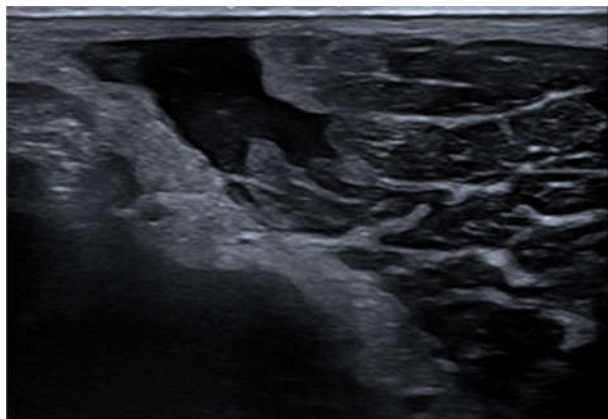


Figura 2. Ecografía de partes blandas. Muestra una solución de continuidad compatible con rotura parcial de la unión musculotendinosa del pectoral mayor derecho.

Se solicitó una resonancia magnética de manera preferente para completar estudio. En ella se observó una rotura completa de la unión miotendinosa del haz medio e inferior del músculo pectoral mayor derecho con retracción medial (IIC). El tendón del haz muscular superior del pectoral (porción clavicular) persiste íntegro, así como la inserción humeral. El pectoral menor no sufre alteraciones (Fig. 3).

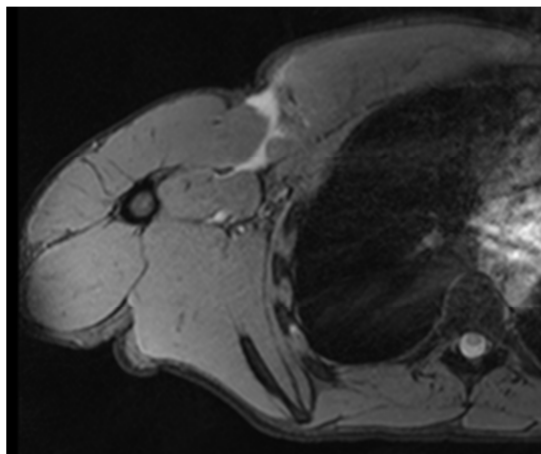


Figura 3. Corte axial de RMN. Muestra rotura completa de la unión miotendinosa del haz medio e inferior del músculo pectoral mayor derecho con retracción medial.

Ante el diagnóstico de rotura de la inserción tendinosa del músculo pectoral mayor en un paciente joven activo físicamente y que precisa de la fuerza en su ámbito laboral se plantea la posibilidad de tratamiento quirúrgico.

El paciente fue intervenido un mes después de la lesión. Debido a la presencia de retracción medial se planteó la posibilidad de utilización de un aloinjerto de tendón de Aquiles. Finalmente, mediante un abordaje deltopectoral, fue posible realizar una reinserción humeral con sutura tipo Krakow a través de varios tornillos de SwiveLock de 5,5 en la zona de la huella con una correcta tensión muscular y estabilidad de la reparación (Fig. 4). El paciente fue inmovilizado con cabestrillo y fue dado de alta de hospitalización al día siguiente de la cirugía con buena evolución clínica y control del dolor.



Figura 4. Fotografías intraoperatorias en las que se puede identificar la rotura miotendinosa del pectoral mayor con importante retracción medial y su posterior reinserción humeral con sutura tipo Krakow a través de un tornillo de SwiveLock 5.5 Arthrex.

Veinte días después de la cirugía, el paciente acudió a la primera consulta de revisión donde se observó salida de material seropurulento por la herida quirúrgica. Ante la sospecha de infección se realizó una limpieza y desbridamiento de la herida quirúrgica y se tomaron muestras de cultivo intraoperatorias que resultaron positivas para *Staphylococcus Epidermidis* y *Cultibacterium Acnes*. Se instauró tratamiento antibiótico específico con Levofloxacino oral 500mg cada 12 horas hasta completar 3 semanas. Tras la limpieza quirúrgica y el tratamiento antibiótico específico se observó una resolución paulatina de la sintomatología, con ausencia de signos locales de infección ni exudado de la herida.

El paciente comenzó un plan de rehabilitación y a los 7 meses después de la cirugía presentaba relieve y tensión del pectoral mantenido, balance articular completo e inicio de ejercicios de press banca con hasta 20kg de peso sin dificultades. Un año después de la

cirugía presentó una puntuación en la escala de Constant de 98 con una reincorporación completa a la vida laboral y deportiva.

DISCUSIÓN

En las últimas décadas ha aumentado la incidencia de lesiones del músculo pectoral mayor de manera exponencial y asociado a la práctica deportiva, por lo que es fundamental conocer factores predisponentes, mecanismo de producción, posibilidades de tratamiento y complicaciones asociadas^{1,5,6}.

Este aumento de casos se debe a que cada vez se encuentra más normalizado en la población general la realización de deportes de fuerza con pesas así como la utilización de suplementos para conseguir mejores resultados y más rápido tanto a nivel de fuerza muscular como a nivel estético²⁻⁴.

El perfil de paciente típico se encuentra muy bien descrito en la literatura y concuerda con el paciente presentado en nuestro caso clínico: varón joven, de entre 20 y 40 años, que realiza de manera habitual deportes de fuerza y con historia de consumo de esteroides anabolizantes. Encontramos muy pocos casos en el sexo femenino en la bibliografía, siendo el primer caso publicado en el año 2019.

El uso a largo plazo de esteroides anabólicos ha sido relacionado con varios efectos adversos como enfermedades cardiovasculares, además de los efectos nocivos descritos en los tendones. Disminuyen la elasticidad de los tendones al hacerlos más gruesos y más rígidos y con ello una mayor probabilidad de fallo o rotura con menor elongación de las fibras. Por otro lado, permiten aumentar tanto la fuerza muscular que se vuelve desproporcionada con respecto a la fuerza del tendón, lo que también se podría traducir en un mayor porcentaje de rupturas. En nuestro caso clínico, aunque en el momento de la ruptura el paciente no consumía anabolizantes, en la historia clínica se evidenció un uso prolongado de ellos en el pasado^{4,7}.

En la literatura encontramos muchas roturas de pectoral mayor tras la realización del ejercicio de press banca, llegando en algunas series a indicar que constituye el 50% de los casos, por lo que es considerada la actividad que más comúnmente provoca lesiones^{1,4,7}.

A pesar de que nuestro paciente era diestro y sufrió una lesión del pectoral mayor derecho, no se han visto diferencias en el porcentaje de rupturas en el brazo dominante o no dominante. Esto puede explicarse dado que la mayoría de las actividades en las que se ha reportado esta afección son actividades ambidiestras que utilizan ambos brazos igualmente^{4,7}.

La historia clínica clásica se basa en la aparición de manera repentina durante la realización del ejercicio de una especie de chasquido o estallido con aparición de dolor. Suele producirse hematoma y edema a nivel anterolateral de la pared torácica, sobre la zona axilar, que suele perder el pliegue. Posteriormente, el paciente presenta una limitación de la fuerza, sobre todo a la aducción y rotación interna, evidente contra resistencia. Además, es específica la presencia de defecto estético en el hueco axilar, que se acentúa con la abducción, y el "dropped nipple sign", ambos presentes en nuestro caso clínico como podemos observar en la Fig. 1.

La radiografía simple resulta útil para descartar avulsión ósea (1-2% de los casos). La utilidad de la ecografía radica en su disponibilidad, lo que nos permite corroborar nuestra sospecha diagnóstica en urgencias. Sin embargo, es la resonancia magnética la prueba de imagen de elección para el diagnóstico de confirmación y la decisión de tratamiento definitivo. La resonancia magnética en nuestro caso clínico reveló una afección completa de unión miotendinosa del pectoral mayor.

El músculo pectoral mayor no es necesario para la mayoría de las actividades básicas de la vida diaria, por lo que a la hora de elegir el tratamiento más adecuado se deben considerar diversos factores, tales como la edad, el tipo de lesión, el nivel de actividad del paciente, así como le repercusión estética. Al ser el perfil típico el paciente joven, deportista con lesión tipo IIIC o IIID, la literatura establece el tratamiento quirúrgico de elección en la gran mayoría de los casos. Existe una clara evidencia de que con el tratamiento quirúrgico se logra una mejor recuperación: mayor funcionalidad, fuerza y menor defecto estético. El tratamiento conservador solamente está indicado en lesiones tipo I, IIA, IIB, o pacientes mayores con baja demanda funcional^{3,4,6-9}. En el caso que se expone el paciente es preparador físico y además realiza entrenamiento de fuerza de forma habitual por lo que la función que aporta el pectoral mayor en este caso resulta importante.

Las técnicas quirúrgicas varían en función del momento de la reparación (aguda antes de las 6 semanas o crónica) y de la localización de la ruptura.

Las lesiones agudas que se producen a nivel de la unión miotendinosa se reparan mediante sutura (en caso de que exista suficiente tejido tendinoso sano unido a la inserción), mientras que si se produce una avulsión de la inserción humeral es necesario recurrir a técnicas de fijación intraósea (mediante túnel transóseo, anclaje de sutura o botón cortical)^{8,9}. No hay evidencia de superioridad de una técnica con respecto a otra, conduciendo todas ellas a resultados excelentes/buenos (según la clasificación de Bak) en más de un 80% de los casos^{4,9}.

El diagnóstico tardío aumenta la complejidad de la cirugía con una mayor retracción del músculo, aumento de las adherencias en la pared torácica y necesidad de autoinjertos o aloinjertos en un gran número de ocasiones por imposibilidad de reparación directa. El tendón del músculo semitendinoso, del gracilis y el tendón de Aquiles son los más utilizados y se encuentran ampliamente descritos en la literatura⁸. A pesar de ello, no existe una diferencia significativa en cuanto a la funcionalidad entre la reparación quirúrgica en el momento agudo y el momento crónico^{3,4}.

En nuestro caso el paciente se sometió a cirugía al mes de evolución de la lesión, por lo que se pudo realizar una reparación aguda directa mediante re inserción humeral con tornillos Swivelock (anclaje de sutura).

En cuanto a las complicaciones, sólo encontramos un 3% de reroturas; aunque este porcentaje aumenta cuando se realiza una sutura transósea (asociadas a avulsión ósea o fractura humeral). El riesgo de infección, aunque se encuentra en un porcentaje bajo, aumenta con el tiempo quirúrgico, por lo que debe considerarse en cirugías de reparación crónicas con gran complejidad técnica^{4,6,8,9}. (4) A pesar de que en el caso clínico aquí expuesto se pudo realizar una reparación aguda de manera directa, la rotura llevaba 1 mes de evolución. Esto provocó que el tiempo y la complejidad quirúrgica aumentaran, debido a un aumento de la retracción y las adherencias.

El paciente sufrió una infección de herida quirúrgica que tuvo que ser tratada a través de antibióticos específicos asociados a la realización de una limpieza de herida quirúrgica.

Se estima que los pacientes vuelven a la actividad normal y retoman el ejercicio físico a partir del sexto mes, pero pueden seguir recuperando fuerza hasta los 12-24 meses post-cirugía, consiguiendo de media hasta un 86% del peso obtenido previamente a la lesión en press banca^{4,8,9}. Pese a presentar una complicación (infección de herida quirúrgica), nuestro paciente logró una recuperación funcional completa y una reincorporación laboral a los 7 meses de la cirugía.

CONCLUSIÓN

A pesar de que no hay evidencia de cuál es la técnica quirúrgica óptima, según la bibliografía, tras la cirugía la mayoría de pacientes evolucionan favorablemente: un 90% son capaces de volver al trabajo y la práctica deportiva. La mayoría son varones jóvenes que realizan ejercicios de levantamiento de pesas o cuyo trabajo implica fuerza a nivel de miembros superiores, estando indicada en todos estos casos la cirugía. Sin embargo, es importante considerar posibles complicaciones postoperatorias, como infecciones de sitio quirúrgico, como parte del proceso de recuperación.

BIBLIOGRAFÍA

1. **Qylafi K, Alkhalfan Y.** Pectoralis Major Rupture: A Case Report. *Cureus* 2022; 14 (9). <https://doi.org/10.7759/cureus.29512>.
2. **Pedrazzini A, Banchi M, Bertoni N, Pedrabissi B, Claudel Yewo Simo H, Medina V, et al.** Pectoralis Major Tendon Rupture in a Weight Lifter: A Rare Case. *Acta Bio-Medica: Atenei Parmensis* 2017; 88 (1): 86-90. <https://doi.org/10.23750/abm.v88i1.6177>.
3. **Gupton M, E. Johnson J.** Surgical Treatment of Pectoralis Major Muscle Ruptures: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Orthopaedic Journal of Sports Medicine*. 2019; 7(2): 2325967118824551. <https://doi.org/10.1177/2325967118824551>.
4. **Stefanou N, Karamanis N, Bompou E, Vasdeki D, Mellos T, Dailiana Z H.** Pectoralis major rupture in body builders: a case series including anabolic steroid use. *BMC Musculoskeletal Disorders*. 2023; 24(1), 264. <https://doi.org/10.1186/s12891-023-06382-1>
5. **Brown SM, Cole WW 3rd, Provencher MT, Mulcahey MK.** Pectoralis major injuries: Presentation, diagnosis, and management. *JBJS Reviews*. 2021; 9(5). <https://doi.org/e20.00097>
6. **Kowalczyk M, Elmaraghy, A.** Pectoralis major rupture: Evaluation and management. *The Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons*. 2022; 30(7), e617-e627. <https://doi.org/10.5435/JAAOS-D-21-00541>
7. **Bak K, Cameron EA, Henderson IJ.** Rupture of the pectoralis major: a meta-analysis of 112 cases. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* [Internet]. 2000; (2):113-9. <http://dx.doi.org/10.1007/s001670050197>
8. **Pochini AC, Rodrigues MSB, Yamashita L, Belangero PS, Andreoli CV, Ejnisman B.** Surgical treatment of pectoralis major muscle rupture with adjustable cortical button. *Rev Bras Ortop*. 2017 Dec 6; 53(1):60-66. doi: 10.1016/j.rboe.2017.11.005. PMID: 29367908; PMCID: PMC5771794.
9. **Kang RW, Mahony GT, Cordasco FA.** Pectoralis major repair with cortical button technique. *Arthrosc Tech*. 2014 Jan 3; 3(1):e73-7. doi: 10.1016/j.eats.2013.08.014. PMID: 24749045; PMCID: PMC3986480.

RE CO



SOTOCAV